



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO,
CONTABILIDADE, ECONOMIA E GESTÃO PÚBLICA (FACE)
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

MARLY IWAMOTO MAEDA

INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO: ANÁLISE CUSTO-
EFETIVIDADE DE PASSAGENS DE FAUNA INFERIORES – ESTUDO DE CASO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Brasília – DF

2017



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO,
CONTABILIDADE, ECONOMIA E GESTÃO PÚBLICA (FACE)
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

MARLY IWAMOTO MAEDA

INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO: ANÁLISE CUSTO-
EFETIVIDADE DE PASSAGENS DE FAUNA INFERIORES – ESTUDO DE CASO

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção de título de Mestre em Economia – Área de Concentração em Gestão Econômica do Meio Ambiente do Programa de Pós-Graduação em Economia do Departamento de Economia da Universidade de Brasília.

Orientadora: Prof. Dr. Clóvis Zapata

BRASÍLIA-DF

2017

FICHA CATALOGRÁFICA

M184i

Maeda, Marly Iwamoto

Infraestrutura de transporte rodoviário: análise custo-efetividade de passagens de fauna inferiores – estudo de caso / Marly Iwamoto Maeda. – Brasília, 2017.

143 p. : il.

Orientador: Clóvis Zapata.

Dissertação (mestrado) - Universidade de Brasília, Departamento de Economia, Programa de Pós-Graduação em Economia, 2017.

1. Meio Ambiente. 2. Economia Ambiental. 3. Gestão Ambiental - Rodovias. 4. Proteção Ambiental - Fauna. I. Zapata, Clóvis, orient. II. Título.

CDU: 502.743

MARLY IWAMOTO MAEDA

**INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO: ANÁLISE CUSTO-
EFETIVIDADE DE PASSAGENS DE FAUNA INFERIORES – ESTUDO DE CASO**

Dissertação de Mestrado apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Economia – Gestão Econômica do Meio Ambiente pelo Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade de Brasília.

Aprovada em:

Brasília, 30 de junho de 2107.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Clóvis Zapata
Departamento de Economia
(ECO/FACE/UnB)

Prof. Dr. Jorge Madeira Nogueira
Departamento de Economia
(ECO/FACE/UnB)

Prof^a. Dra. Denise Imbroisi
Departamento de Economia
(ECO/FACE/UnB)

Dedico esta dissertação ao meu esposo

Alberto Yoshikasu Maeda

e ao Professor Dr. Clóvis Zapata

AGRADECIMENTOS

Ao meu esposo, **Alberto Yoshikasu Maeda**, pelos incentivos ao ingresso no curso e pelos estímulos, diários, que permitiram prosseguir e concluir esta jornada.

Ao Professor Dr. **Clóvis Zapata**, CEEMA/UnB, pela compreensão, paciência, orientações e, acima de tudo, pelo incentivo, que me impulsionaram a seguir na caminhada e concluir o presente trabalho.

À **Waneska**, CEEMA/UnB, pela atenção, disponibilidade e auxílio em todas as solicitações.

Ao amigo e colega, **Júlio César Maia**, que muito além da sala de aula e do trabalho, contribuiu nesta caminhada.

À amiga e colega **Raquel Caroline Alves Lacerda**, que, além de compartilhar as dificuldades e conquistas de cada atividade/disciplina, dividiu o seu lar, para que pudéssemos desenvolver as atividades demandadas pelo curso.

À **Aline Figueiredo F. Pimenta**, ex-coordenadora da CGMAB/DNIT, pela oportunidade do ingresso no curso.

À **Angela Parente**, Coordenadora da CGMAB/DNIT, pela colaboração no desenvolvimento deste trabalho.

Aos colegas **Marilene, Norma e Huagner**, da CGMAB, que de forma muito prestativa, ajudaram na busca de documentos e informações necessários para a realização deste trabalho.

Aos colegas **Guilherme, Remy e Francisco Amantéa**, do Consórcio Concremat/Tecnosolo/Worleyparsons, que gentilmente auxiliou com as informações e esclareceram as dúvidas com a muita presteza.

À colega **Ravella**, da empresa STE, que atenciosamente, auxiliou nas informações e gentilmente esclareceu todas as dúvidas.

RESUMO

A economia ambiental avalia diversos aspectos da relação entre o comportamento econômico da sociedade e o meio ambiente, estudando conceitos como efetividade, *trade-offs*, custos e benefícios. A relação custo-efetividade é um entre os diversos critérios para se avaliar políticas ambientais. Uma política ambiental é custo-efetiva se provoca a máxima melhoria ambiental possível com os recursos empregados ou se alcança determinada quantidade de melhoria ambiental pelo mínimo custo possível. A Análise Custo-Efetividade permite a comparação econômica de duas ou mais alternativas de projetos ou programas com base no alcance de um determinado objetivo. Neste estudo a Análise Custo-Efetividade foi utilizada para comparar três tipos de passagens de fauna inferiores: Tipo A (BSTC ϕ 1,0m), Tipo B (BSCC 1,5m x 1,5m) e Tipo C (BSCC 2,5 x 2,5m), implantados pelo DNIT em três rodovias federais, localizadas nas regiões sul e nordeste do Brasil. Os critérios de seleção consideraram as dimensões e a escolha dos dispositivos foi de forma aleatória. Os resultados do estudo mostraram que, para o período de monitoramento realizado, anos de 2011 a 2016, a passagem de fauna inferior que apresentou melhor resultado custo-efetivo foi o Tipo C, seguida dos Tipos B e A, respectivamente. A conclusão é uma resposta favorável à hipótese sobre a existência de diferença de custo-efetividade, oferecidos pelos dispositivos implantados pelo DNIT, entre as várias dimensões e tipos de passagens de fauna inferiores adotadas como medida de mitigação dos atropelamentos de fauna. Sendo positivo avaliar, em cada projeto, as dimensões mais adequadas em cada situação, de modo a se buscar obter o maior número de benefícios para a fauna e conseqüentemente, para a sociedade e para o meio ambiente, com utilização de menor quantidade possível de recursos financeiros.

Palavras chave: Economia ambiental. Rodovias. Passagens de fauna inferiores. Análise Custo-Efetividade. Atropelamento de fauna.

ABSTRACT

The environmental economics evaluates several aspects of the relationship between economic behavior of society and the environment, studying concepts such as efficiency, trade-offs, costs and benefits. The cost-effectiveness ratio is one of several criteria for evaluating environmental policies. An environmental policy is cost-effective if it provokes the maximum environmental improvement possible with the resources employed or if it reaches a certain amount of environmental improvement at the lowest possible cost. The Cost-Effectiveness Analysis allows the economic comparison of two or more project or program alternatives based on the achievement of a given objective. In this study the Cost-Effectiveness Analysis was used to economically evaluate three types of underpass wildlife, Type A (BSTC ϕ 1.0m), Type B (BSCC 1.5m x 1.5m) and Type C (BSCC 2,5 x 2,5m), implemented by DNIT on three federal highways, located in the southern and northeastern regions of Brazil. The selection criteria considered the dimensions and the choice of location was random. The results of the study showed that, for the monitoring period, from 2011 to 2016, the underpass wildlife that presented the best cost-effective result were Type C, followed by Types B and A, respectively. The conclusion is a favorable response to the hypothesis about the existence of a difference in cost-effectiveness, offered by the devices deployed by the DNIT, among the various dimensions and types of underpass wildlife adopted as a mitigation measure of wildlife trampling. Being positive to evaluate, in each project, the most appropriate dimensions in each situation, in order to seek the greatest number of benefits for the fauna and, consequently, for society and the environment, using the last possible amount of resources financial.

Keywords: Environmental economics. Highways. Underpass wildlife. Cost-effectiveness analysis. Wildlife trampling.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACB	Análise Custo Benefício
ACE	Análise Custo-Efetividade
BDCC	Bueiro duplo celular de concreto
BSCC	Bueiro simples celular de concreto
BSTC	Bueiro simples tubular de concreto
CBEE	Centro Brasileiro em Ecologia de Estradas
CGMAB	Coordenação Geral de Meio Ambiente
CNT	Confederação Nacional de Transporte
CSO	Custo de supervisão da obra
CTEPE	Custos totais dos estudos e projetos de engenharia
DPP	Diretoria de Planejamento e Pesquisa
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
DNATRAN	Departamento Nacional de Trânsito
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
FUNAI	Fundação Nacional do Índio
IBAMA	Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
ICMBIO	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PBA	Plano Básico Ambiental
PB	Paraíba
PE	Pernambuco
PF	Passagem de fauna
RIMA	Relatório de Impacto de Meio Ambiente
RN	Rio Grande do Norte

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 1 - Dados de atropelamento, utilização das passagens de fauna e custo-efetividade.....	79
Gráfico 2 - Custo-efetividade, atropelamentos e utilização.	82
Gráfico 3 - Número de registro de fauna atropelada entre abril/2011 a maio/2016 - SC	85
Gráfico 4 - Número de registros de atropelamentos de fauna entre abril/2011 a maio/2016 no RS.....	86
Gráfico 5 - Número de indivíduos atropelados no Estado do Rio Grande do Norte ..	87
Gráfico 6 - Número de indivíduos atropelados no Estado da Paraíba.....	89
Gráfico 7 - Número total de indivíduos, por classe, de 2011 a 2016 (RN).	91
Gráfico 8 - Número total de indivíduos, por classe, de 2011 a 2016 (PB).....	91
Quadro 1 - Extensão da malha rodoviária federal pavimentada.....	23
Quadro 2 - Soluções para proteção da fauna e dos usuários em rodovias	31
Quadro 3 - Algumas medidas que não alteram as soluções construtivas das rodovias	32
Quadro 4 - Tipos de passagens de fauna	36
Quadro 5 - Passos da Análise Custo-Efetividade.....	47
Quadro 6 - Métodos de monitoramento das passagens de fauna.....	54
Quadro 7 - Relação das passagens de fauna deste estudo.....	59
Quadro 8 - Fauna atropelada e fauna que utilizam as passagens de fauna	71
Quadro 9 - Identificação das espécies encontradas atropeladas na BR 101/SC/RS 90	
Tabela 1 - Custos das obras das passagens de fauna	62
Tabela 2 - Custos ambientais das passagens de fauna.....	65
Tabela 3 - Custos dos estudos e projetos de engenharia das passagens de fauna .	67
Tabela 4 - Custos para a supervisão de obras.....	68
Tabela 5 - Análise Custo-Efetividade das passagens de fauna	73
Tabela 6 – Cálculo de custo-efetividade considerando cercas.....	92

Tabela 7 – Cálculo de custo-efetividade com redução de atropelamentos	93
Tabela 8 – Cálculo de custo-efetividade com acréscimo de utilização.....	94

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
Justificativas.....	15
Objetivos	17
Metodologia	18
1 RODOVIAS E FAUNA: IMPACTOS E MEDIDAS DE MITIGAÇÃO.....	21
1.1 Surgimento e evolução das rodovias no Brasil	21
1.2 Infraestrutura rodoviária no Brasil e meio ambiente.....	22
1.3 Infraestrutura Rodoviária e Fauna.....	27
1.4 Medidas mitigadoras visando proteger a fauna em rodovias	29
1.5 Tipos de estruturas para passagens de fauna	36
2 A ANÁLISE CUSTO-EFETIVIDADE E A GESTÃO DO MEIO AMBIENTE	41
2.1 Introdução	41
2.2 Conceitos e objetivos da ACE	43
2.3 Vantagens e desvantagens da ACE.....	45
2.4 Etapas da Análise Custo-Efetividade	46
2.5 Alguns estudos de casos com utilização de ACE para avaliar passagens inferiores de fauna em rodovias	48
2.6 A ACE na análise de passagens de fauna inferiores em rodovias do Brasil	50
3 ANÁLISE CUSTO-EFETIVIDADE: O CASO DAS PASSAGENS DE FAUNA.....	51
3.1 Introdução	51
3.2 Métodos, procedimentos e materiais.....	51
3.2.1 BR 101/SC/RS.....	51
3.2.2 BR 101/RN/PB/PE	53
3.2.3 BR 116/392/RS.....	55
3.3 Dados e informações sobre os empreendimentos	55
3.4 Localização das obras e passagens de fauna da BR-101/SC/RS	56
3.5 Localização das obras e passagens de fauna da BR-101/RN/PB/PE.....	57
3.6 Localização das obras e das passagens de fauna na BR-116/392/RS.....	58
3.7 Passagens de fauna selecionadas para este estudo	59

3.8	Custos das estruturas de passagem de fauna inferiores	60
3.8.1	Custos para a execução das obras	61
3.8.2	Custos dos estudos, execução dos programas, da supervisão e gestão ambientais	63
3.8.3	Custos dos estudos e elaboração dos projetos de engenharia	66
3.8.4	Custos da execução da supervisão das obras	68
3.9	Efeitos proporcionados pelas passagens de fauna	69
3.10	Análise Custo-Efetividade das passagens de fauna	72
3.11	Discussão dos resultados	81
	CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES	96
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	100
	ANEXO A – Tipos de estruturas para passagens de fauna	108
	ANEXO B – Mapa com localização das obras da BR-101/SC/RS	114
	ANEXO C – Mapa com localização das obras da BR-101/RN/PB/PE	116
	ANEXO D – Fotos de algumas passagens de fauna na BR-101/RN/PB/PE	118
	ANEXO E – Mapa de localização das obras da BR-116/392/RS	120
	ANEXO F – Fotos de algumas passagens de fauna na BR-116/392/RS	122
	ANEXO G – Cópia do Ofício nº 139/2017-DPP, de 02 de maio de 2017	126
	APÊNDICE A - Informações sobre as rodovias, segmentos e intervenções.	130
	APÊNDICE B – Relação das passagens de fauna implantadas na BR-101/SC/RS	132
	APÊNDICE C – Relação das passagens de fauna implantadas na BR-101/RN/PB/PE	138
	APÊNDICE D – Passagens de fauna implantadas/adequadas na BR-116/392/RS	142
	APÊNDICE E – Cálculo dos custos das passagens de fauna.....	146

INTRODUÇÃO

A matriz de transportes brasileira está concentrada no modal rodoviário, que movimenta mais da metade das cargas transportadas no País, superando de forma significativa o modal ferroviário, hidroviário e dutoviário (SEHN, 2009). Representa, assim, o principal meio de transporte e de ligação entre as regiões e os diversos setores da economia brasileira. Sehn (2009) informa que uma rede de infraestrutura de transportes apresenta inúmeras externalidades positivas sobre o bem-estar da sociedade, como redução dos custos operacionais, diminuição do tempo de viagem, ganhos de eficiência e redução dos preços dos bens e serviços.

Por outro lado, uma infraestrutura de transporte, também gera grande quantidade de externalidades negativas, especialmente relacionadas à conservação da biodiversidade (ANGOLD, 2000). Dentre as principais externalidades ambientais negativas sobre a biodiversidade destacam-se a perda de habitat, fragmentação e degradação, interrupção e modificação de processos naturais, alteração das estruturas comunitárias e, em longo prazo, alteração da dinâmica dos animais que habitam a região interceptada pelas rodovias, como os acidentes fatais que ocorrem com os animais silvestres (ANGOLD, 2000).

Rocha (2005) informa que as estradas se tornam corredores de acesso que por sua vez promovem a caça de animais selvagens raros, de extração de plantas, pesca, modifica a paisagem e altera a vida selvagem da região por onde passam. Acrescenta que alguns efeitos negativos sobre a fauna, decorrentes da construção de estradas são:

- Mortalidade de animais durante a construção das rodovias;
- Modificações no meio ambiente causando externalidades negativas à fauna;
- Interferência na comunicação e acasalamento de aves;
- Emissão de ruídos que afetam espécies sensíveis;
- Mortalidade por atropelamento e afugentamento durante a operação da rodovia;
- Aumento do risco de extinção de espécies ameaçadas;

- Fragmentação do habitat original, perda de habitat, isolamento de populações e segregação das espécies locais (isolamento genético);
- Alteração da densidade demográfica de muitas espécies de vertebrados e invertebrados;
- Aumento da caça de animais;
- Incêndios destruição parcial ou total da vegetação e morte de animais;
- Diminuição dos recursos disponíveis para a fauna
- A pavimentação da pista causa elevação da temperatura que podem afetar diversas espécies de animais silvestres;
- Barreiras para invertebrados, anfíbios, répteis e pequenos mamíferos.

O Centro Brasileiro em Ecologia de Estradas (CBEE) realiza estudos sobre fauna e atropelamentos, cujos registros acontecem por meio de uma ferramenta denominada de “atropelômetro”. Essa ferramenta estima o número de animais terrestres mortos por atropelamento nas rodovias brasileiras (CBEE, 2016). As estimativas realizadas, pelo CBEE, baseados em um estudo composto por 14 artigos científicos, publicados em diferentes revistas brasileiras e realizados em vários biomas, mostraram que mais de 15 animais morrem nas estradas brasileiras a cada segundo, totalizando 475 milhões de animais selvagens atropelados no Brasil anualmente. Desses, a maioria (90%), são animais de pequeno porte, como sapos, pequenas aves e cobras, 40 milhões (9%) são animais de médio porte, como gambás, lebres e macacos e cinco milhões (1%) são espécies de grande porte, como onça-parda, onça-pintada, antas e capivaras. A maior quantidade de atropelamentos ocorre na Região Sudeste, seguido pelo Sul, Nordeste, Centro-oeste e Norte, respectivamente (CBEE, 2016).

Bager e Fontoura (2012) criticam o modelo brasileiro de estudo sobre fauna adotado, focado na taxa de atropelamento de fauna, pois segundo os autores, com este tipo de estudo, tem-se a caracterização de anos de coleta de animais mortos por colisões com veículos, porém, não é sabido como esta mortalidade está afetando as populações locais das espécies atropeladas. Também, não há estudos mais profundos que avaliam os efeitos marginais de rodovias, monitoramentos de indivíduos por radiotelemetria, marcação e recaptura, entre outros. Forman *et al.*,

(2003) *apud* Bager e Fontoura (2012) acrescentam que existem inúmeros fatores condicionando a mortalidade, como afugentamento, atração, capacidade/velocidade de travessia, tráfego de veículos que influenciam a relação atropelamento/densidade de indivíduos no entorno e que não são levados em consideração de forma sistemática nesse modelo.

O presente trabalho discute medidas de mitigação de externalidades ambientais negativas à fauna, por meio da análise custo-efetividade, para três tipos de passagens de fauna localizadas em rodovias federais brasileiras com obras de duplicação, melhoramentos e restauração. Para tanto, a dissertação utiliza o referencial teórico da economia do meio ambiente, com especial atenção aos aspectos teóricos da análise custo efetividade e sua aplicação à construção de rodovias.

Justificativas

A construção de uma rodovia gera um grande número de externalidades positivas, que promovem o desenvolvimento social e econômico, mas também, gera uma série de externalidades ambientais negativas (REZENDE; COELHO, 2015). Para cada externalidade negativa, ao meio ambiente, devem-se adotar medidas preventivas e mitigadoras adequadas, cujos custos deverão ser internalizados pelos custos das obras.

Na lista de externalidades negativas podem ser mencionados o aumento de emissão de ruídos, poeira e gases, início e aceleração de processos erosivos, alteração do curso d'água, supressão de vegetação nativa, no que se refere ao meio físico. Alteração nos habitats e dos movimentos migratórios de alguns animais, criação de barreiras à vida selvagem sensível, perda da biodiversidade causada pela fragmentação, isolamento de populações e atropelamento de animais são externalidades relacionadas ao meio biótico. Com relação ao meio antrópico as externalidades são a alteração no cotidiano da população, possibilidade de acidentes com cargas perigosas com contaminação de rios e lagos, entre outros (REZENDE; COELHO, 2015).

Pesquisa realizada pela Confederação Nacional de Transporte (CNT), em 2015, mostra que a extensão total da malha rodoviária brasileira pavimentada corresponde a 213.299 quilômetros. No que se refere especificamente à malha rodoviária federal, acrescenta que essa malha teve um incremento de 14,7% num intervalo de 10 anos (2005 a 2015), correspondendo a 66.712 km. Dados do Relatório, com base nas estatísticas do Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN), mostra que, neste mesmo período, a frota de veículo cresceu 118,7%, equivalendo a 88.731.536 veículos no ano de 2015. Considerando 475 milhões de atropelamentos de animais anualmente, estima-se que, aproximadamente, 2.226 animais são atropelados, por quilômetro, a cada ano, nas rodovias brasileiras.

De acordo com Lins *et al.* (2015), estudos sobre as externalidades ambientais negativas das estradas são de grande importância tendo em vista que o transporte rodoviário é o principal sistema logístico do Brasil. Existem estudos sobre atropelamentos de animais silvestres citando que após a construção de uma estrada, a fauna de uma determinada região pode ser severamente prejudicada, inclusive com a extinção de algumas espécies (LINS *et al.*, 2015). Acrescenta que se faz urgente a avaliação das medidas adotadas para a mitigação dessas externalidades negativas. Neste sentido, vale destacar que a ecologia de estradas é um assunto pouco estudado no Brasil (MATA, 2007). Em pesquisa realizada, no período de maio de 2011 a maio de 2012, num universo de 230 artigos específicos sobre o tema, apenas 14 eram de trabalhos brasileiros, sendo a maioria, trabalhos desenvolvidos a partir de 2002 (LAUXEN, 2012).

De acordo com Bager *et al.* (2007), o primeiro registro encontrado sobre a preocupação, da comunidade científica brasileira, com as externalidades de rodovias sobre a fauna é datado de 1995. Acrescenta que, no ano de 2000, observou-se um aumento da quantidade de publicações sobre o tema. Entretanto, poucos estudos têm buscado avaliar as medidas mitigadoras adotadas em rodovias brasileiras (REZENDE; COELHO, 2015). Ao longo do tempo, diversas medidas foram propostas e implantadas visando minimizar as externalidades negativas das rodovias sobre a fauna (LAUXEN, 2012). A maioria delas, entretanto, carece de estudos que avaliem sua efetividade, especialmente se considerar respostas diferenciais por parte de espécies ou comunidades geográficas e estruturalmente distintas (LAUXEN, 2012).

Mata (2007) afirma que cada vez mais espécies de vertebrados terrestres usam diferentes tipos de estruturas existentes em rodovias e que o design e a manutenção correta dos dispositivos podem mitigar o efeito barreira¹. Mas, que a largura e o desenho específico de passagens desempenham um papel importante na determinação da utilização pelas espécies da fauna.

No caso brasileiro, deve-se considerar que as obras de uma rodovia devem incluir os custos de cercas, passagens subterrâneas e aéreas (passagem de fauna), instalação de dispositivos de drenagem, construção de barragens, bacias de contenção entre várias outras atividades para minimizar as externalidades negativas da rodovia ao meio ambiente (REZENDE; COELHO, 2015). Neste sentido, uma avaliação econômica para maximizar a utilidade dos recursos investidos, bem como o alcance dos objetivos almejados, é uma ferramenta extremamente importante.

Desta forma, dada à seriedade das externalidades negativas decorrentes da construção de estradas sobre a fauna, e que poucos estudos se atentaram para a avaliação econômica do tema, este trabalho pretende contribuir, utilizando-se da Análise Custo-Efetividade, ao avaliar três tipos de passagens de fauna inferiores implantadas em três rodovias federais do Brasil.

Objetivos

Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é discutir as medidas de mitigação de externalidades ambientais negativas à fauna por meio do estudo do conceito de análise custo-efetividade para três tipos de passagens de fauna de obras de duplicação, melhoramentos e restauração em rodovias federais brasileiras.

Objetivos específicos

¹ **Efeito barreira:** tratam-se efeitos relacionados à restrição aos movimentos diários, migração, à dispersão de indivíduos e ao intercâmbio em algumas espécies (GRILLO *apud* BAGER, 2012)

- Estudo da análise econômica de projetos no setor de transportes no Brasil, calculando os custos relacionados aos estudos, elaboração de projetos e execução de obras de implantação de passagens de fauna, e realizar o cálculo efetivo das passagens de fauna, na BR 101/SC/RS, BR 116/392/RS e BR-101/RN/PB/PE;
- Estudo do método de análise de custo-efetividade, demonstrando a importância desta ferramenta na tomada de decisão para o setor de transportes;
- A discussão da possibilidade da aplicação dos métodos de custo efetividade nos projetos de duplicação, melhoramentos e restauração em rodovias federais brasileiras, a BR 101/SC/RS, BR 116/392/RS e BR 101/RN/PB/PE.

Metodologia

O presente trabalho discute medidas de mitigação de externalidades ambientais negativas à fauna por meio da análise custo-efetividade para três tipos de passagens de fauna de obras de duplicação, melhoramentos e restauração em rodovias federais brasileiras. Para tanto, a dissertação utiliza o referencial teórico da economia do meio ambiente, com especial atenção aos aspectos teóricos da análise custo efetividade e sua aplicação à construção de rodovias.

Para embasar os parâmetros técnicos foi realizado um levantamento de dados teóricos sobre rodovias, externalidades ambientais negativas e medidas de proteção à fauna com demonstração de alguns dos principais tipos de dispositivos de proteção à fauna terrestre utilizada em rodovias.

A escolha das passagens de fauna se deu em rodovias que apresentavam tipos de intervenções semelhantes. Para isto, foram selecionadas rodovias com obras de duplicação, restauração da pista existente e adequação de capacidade. Assim, buscou-se analisar obras que tivessem um histórico de monitoramento, considerando-se o tempo de levantamento dos dados.

Assim, buscou-se, nos arquivos da Coordenação Geral de Meio Ambiente do DNIT, empreendimentos que detinham dados e relatórios sobre atropelamentos de

fauna e monitoramento das passagens de fauna, relacionadas a obras de duplicação e melhoramentos. Como resultados foram selecionadas informações das BR 101/SC/RS, BR 116/392/RS e BR 101/RN/PB/PE. Também, levou-se em consideração o fato de que as regiões sul e nordeste possuem o maior número de obras de duplicação, restauração e adequação de rodovias no Brasil atualmente.

A execução das obras na BR 101/RN/PB/PE tiveram início em Janeiro 2007 e as atividades de Gestora ambiental se iniciaram em janeiro de 2006. As obras na BR 101 SC/RS tiveram início em dezembro de 2004 em janeiro 2005 deu-se início as atividades da gestora ambiental. E as atividades da gestora ambiental das obras na BR 116/392/RS iniciaram em janeiro de 2011.

A escolha das passagens de fauna foi de forma aleatória, entre os diversos implantados em cada segmento rodoviário, ou seja, foi considerada a dimensão e localizações, considerando um nível de espaçamento entre os dispositivos, de modo a garantir que não fossem avaliados dispositivos localizados próximos uns dos outros, de modo a garantir melhor representatividade.

Em seguida, foi realizado o cálculo dos custos das passagens de fauna, sendo: custos dos estudos e projetos de engenharia, custos inerentes aos aspectos ambientais (estudos, licenciamento e execução da gestão ambiental), custos das obras e de execução da supervisão das obras. Os custos foram calculados com base em valores referenciais do Sistema de Custos de Obras Rodoviárias do DNIT (SICRO2) e do Sistema de Custos Médios Gerenciais. Também, foram levantados dados sobre os números de atropelamentos de fauna e utilização das passagens de fauna em cada uma das rodovias em estudo.

De posse do referencial teórico, dos dados técnicos, dos custos e dos efeitos das passagens de fauna foi aplicada a metodologia de Análise Custo-Efetividade com vistas ao cálculo do custo-efetividade para cada tipo de dispositivo selecionado.

Este trabalho está estruturado com cinco capítulos. A introdução contempla os objetivos, justificativa e metodologia. O Capítulo 1 apresenta a moldura conceitual com as bases teóricas da economia do meio ambiente e a Análise Custo-Efetividade, com o objetivo de fornecer a sustentação conceitual do trabalho. No Capítulo 2 são discutidas as bases técnicas, com os conceitos inerentes às externalidades negativas das rodovias sobre a fauna e medidas de mitigação. O

Capítulo 3 apresenta a aplicação da Análise Custo-Efetividade e os respectivos resultados. Ao final, o Capítulo 6 apresenta as conclusões, considerações finais e recomendações do estudo.

1 RODOVIAS E FAUNA: IMPACTOS E MEDIDAS DE MITIGAÇÃO

1.1 Surgimento e evolução das rodovias no Brasil

A primeira estrada no Brasil foi construída no século XVI e foi denominada de Caminho de Peabiru, que ligava o Brasil ao Peru (Bolívia) passando por Paraná, Paraguai, Bolívia, Cordilheira dos Andes e terminava no sul do Peru, onde acessava parte do Oceano Pacífico. A principal função era conduzir as migrações indígenas, mas serviu para facilitar a circulação de mercadorias e das missões religiosas (FRANZ; SEBERINO, 2012).

A implantação de rodovias no Brasil teve início na década de 1930, quando Washington Luís, em campanha eleitoral para Governador do Estado de São Paulo (1920 a 1924) e posteriormente para Presidente da República (1926 a 1930), pregou o slogan “Governar é abrir estradas”. Essas ações se constituíram em um marco no desenvolvimento rodoviário brasileiro, principalmente no Estado de São Paulo (D’ABRA, 2014). As rodovias mais importantes do Brasil, como a Rio-São Paulo, Rio-Petrópolis e Itaipava-Teresópolis, marcaram o início da implantação de uma malha rodoviária moderna, baseada em exemplos de países com economias desenvolvidas como as *autobahns* alemãs e *highways* norte americanas, facilitando o escoamento de seus produtos, diminuindo os custos das mercadorias e integrando as cidades (D’ABRA, 2014).

Em 1956, Juscelino Kubitschek assumiu a presidência do Brasil com o compromisso de “fazer 50 anos em 5”, com dois fatos importantes que mudaram a cara do Brasil: a construção de Brasília e a criação automobilística nacional. As modernizações nas construções das principais estradas brasileiras iniciaram no século XIX, e muitas rodovias surgiram na década de 20 no Nordeste com o programa de redução das secas. Em 1928 foi inaugurada a primeira rodovia pavimentada ligando Rio-Petrópolis, atualmente denominada de Washington Luís ou BR 040 (FRANZ; SEBERINO, 2012).

A construção das rodovias teve grande avanço com o Fundo Rodoviário Nacional, a partir das décadas de 40 e 50, quando se estabeleceu um imposto sobre combustíveis usados para financiar a construção de estradas (FRANZ; SEBERINO, 2012). Em 1954 a fundação da Petrobrás passou a produzir asfalto em grande quantidade e em 1957 houve a implantação da indústria automobilística nacional. A

mudança da capital do Brasil, do Rio de Janeiro para Brasília, impulsionou o audacioso plano de desenvolvimento rodoviário de Juscelino Kubitschek, ampliando a ligação da nova capital a todas as regiões do país (FRANZ; SEBERINO, 2012), quando o modal rodoviário começou a despontar como o modal majoritário no Brasil (ARAUJO, 2006 *apud* CAMPOS; SIMÕES, 2011).

As rodovias foram de extrema importância, durante a gestão do Governo Militar (1964 a 1985), permitindo a interiorização e o desenvolvimento da indústria automobilística, principalmente no período denominado de “o milagre econômico (CAMPOS; SIMÕES, 2011). Após esse período, houve desaceleração de investimentos em planejamento para o setor de transporte no Brasil, ressurgindo duas décadas mais tarde, com o Plano Nacional de Logísticas e Transportes (2007), vinculado ao Programa de Aceleração do Crescimento (2008-2011), visando orientar as políticas públicas no setor, de forma a racionalizar e qualificar os gastos (BRONKHORST, 2010 *apud* CAMPOS; SIMÕES, 2011).

De acordo com o MPOG (2016), o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) foi criado em 2007 e buscou promover a retomada do planejamento e execução de grandes obras de infraestrutura social, urbana, logística e energética do país. Ainda de acordo com MPOG (2016), o objetivo do Programa, com relação à infraestrutura rodoviária, tem o objetivo de expandir o sistema rodoviário brasileiro, a manutenção, a segurança rodoviária, a realização de estudos e elaboração de projetos. A expansão do sistema prevê obras de duplicação, pavimentação, acesso a portos, contornos e travessias urbanas, para eliminação de pontos de estrangulamento em eixos estratégico, além de promover o desenvolvimento de novas regiões, ampliação de integração física nacional aos países vizinhos e redução do custo do transporte (MPOG, 2016).

1.2 Infraestrutura rodoviária no Brasil e meio ambiente

O modal rodoviário tem historicamente sido a preferência na movimentação de pessoas e bens no Brasil. No sistema de transporte de cargas, as rodovias possuem a maior participação (61%), seguido pelos modais ferroviário (20,7%), aquaviário (13,6%), dutoviário (4,2%) e aéreo (0,4%). Com relação ao transporte de passageiros, o modal rodoviário predomina com 95% de participação (CNT, 2015).

Em nível internacional, Santiago (2013) apresenta uma análise comparativa da oferta dos modais de infraestrutura de transportes (ferroviário, rodoviário e aquaviário), na Rússia, Canadá, Austrália, EUA, China e Brasil. De acordo com estudos de Santiago (2013), o modal ferroviário desempenha um papel preponderante na Rússia, em relação aos demais modais.

De acordo com o Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil (2016), o transporte rodoviário de carga no Brasil possui a maior representatividade entre os modais existentes, pois é o mais adequado para curtas e médias distâncias. Em termos de implantação, apresenta baixo custo, mas alto custo de manutenção e gera uma grande quantidade de externalidades ambientais negativas. Quanto aos custos de transporte, o sistema possui maior flexibilidade com grande extensão da malha, os custos são altos para grandes distâncias e apresenta baixa capacidade de carga, com limitação de volume e peso. Ressalta que apesar de tudo isso, o sistema integra todos os estados brasileiros.

A malha rodoviária federal pavimentada, em setembro de 2016, apresenta um total de 57.790,60 km em pista simples, 1.275,80 km em obras de duplicação e 6.262,50 km de pistas duplicadas, totalizando 65.328,90 km (DNIT, 2016). O Quadro 1 demonstra quantidades de rodovias federais planejadas e pavimentadas e as pavimentadas subdivididas em pista simples, em obras de duplicação e em pista duplicadas. De acordo com dados do Quadro 1, a região nordeste é a que apresenta maior quantidade de rodovias em obras de duplicação, seguida da região sul do Brasil.

Quadro 1 - Extensão da malha rodoviária federal pavimentada

REGIÃO	UF		PLANEJADA (km)	REDE PAVIMENTADA (km)			
				PISTA SIMPLES	EM OBRAS DUPLIC	PISTA DUPLA	SUB-TOTAL
Norte	RO	RONDÔNIA	343,8	1.828,9	0,0	88,5	1.917,4
	AC	ACRE	413,9	1.156,3	0,0	8,9	1.165,2

REGIÃO	UF		PLANEJADA (km)	REDE PAVIMENTADA (km)			
				PISTA SIMPLES	EM OBRAS DUPLIC	PISTA DUPLA	SUB- TOTAL
	AM	AMAZONAS	3.855,2	627,8	0,0	2,8	630,6
	RR	RORAIMA	184,7	987,4	0,0	17,2	1.004,6
	PA	PARÁ	2.564,0	2.280,5	0,0	70,6	2.351,1
	AP	AMAPÁ	193,0	465,1	0,0	0,0	465,1
	TO	TOCANTINS	651,6	1.656,8	0,0	41,4	1.698,2
	SUB-TOTAL (km)		8.206,2	9.002,8	0,0	229,4	9.232,2
	Nordeste	MA	MARANHÃO	1.062,9	3.073,3	40,3	50,9
PI		PIAUÍ	1.632,7	2.588,7	16,0	46,5	2.651,2
CE		CEARÁ	1.090,5	2.085,8	32,3	72,5	2.190,6
RN		RIO GRANDE DO NORTE	262,3	1.268,3	23,5	119,5	1.411,3
PB		PARAÍBA	388,0	998,6	2,9	274,3	1.275,8
PE		PERNAMBUCO	648,6	1.694,1	101,7	357,5	2.153,3
AL		ALAGOAS	102,1	494,5	193,0	81,1	768,6
SE		SERGIPE	76,7	161,5	77,6	79,7	318,8
BA		BAHIA	4.099,8	5.973,9	69,8	121,6	6.165,3
SUB-TOTAL (km)		9.363,6	18.338,7	557,1	1.203,6	20.099,4	

REGIÃO	UF		PLANEJADA (km)	REDE PAVIMENTADA (km)			
				PISTA SIMPLES	EM OBRAS DUPLIC	PISTA DUPLA	SUB- TOTAL
Sudeste	MG	MINAS GERAIS	8.558,4	7.523,3	211,9	1.015,2	8.750,4
	ES	ESPÍRITO SANTO	607,4	940,4	0,0	60,6	1.001,0
	RJ	RIO DE JANEIRO	840,7	1.100,7	0,0	590,2	1.690,9
	SP	SÃO PAULO	5.421,3	503,4	0,0	615,5	1.118,9
	SUB-TOTAL (km)		15.427,8	10.067,8	211,9	2.281,5	12.561,2
Sul	PR	PARANÁ	2.276,3	3.198,4	0,0	718,2	3.916,6
	SC	SANTA CATARINA	1.240,4	1.873,4	109,6	360,1	2.343,1
	RS	RIO GRANDE DO SUL	2.716,3	5.071,6	268,1	410,6	5.750,3
	SUB-TOTAL (km)		6.233,0	10.143,4	377,7	1.488,9	12.010,0
Centro- Oeste	MT	MATO GROSSO	1.355,5	3.818,3	84,3	105,8	4.008,4
	MS	MATO GROSSO DO SUL	562,1	3.712,3	0,0	66,7	3.779,0
	GO	GOIÁS	2.637,0	2.624,8	44,8	765,8	3.435,4
	DF	DISTRITO FEDERAL	152,7	82,5	0,0	120,8	203,3
	SUB-TOTAL (km)		4.707,3	10.237,9	129,1	1.059,1	11.426,1
TOTAL (km)			43.937,9	57.790,6	1.275,8	6.262,5	65.328,9

Fonte: DNIT, 2016

1.3 Infraestrutura Rodoviária e Fauna

A infraestrutura de transportes se caracteriza como um dos pré-requisitos ao desenvolvimento econômico na medida em que promove a circulação de pessoas e mercadorias. Apesar disso, as externalidades ambientais negativas são extensas, especialmente para a fauna, como os atropelamentos de animais e fragmentação e alterações nas características dos habitats naturais (LAUXEN, 2012).

Quanto aos estudos tratando dos impactos das rodovias sobre a fauna, os primeiros artigos científicos versando sobre avaliação dos impactos das rodovias sobre o meio ambiente foram publicados, nas décadas de 1920 e 1930, nos Estados Unidos. Esses estudos já demonstravam grande perda da biodiversidade causada pelos atropelamentos de animais silvestres na malha rodoviária (D'ÁBRA, 2014). Entretanto, somente nos últimos dez anos, têm-se intensificado os interesses nos estudos dos efeitos ecológicos das rodovias sobre a ecologia de paisagens, bem como a proposição de medidas de mitigação dos impactos negativos sobre a fauna (FRAIR *et al.*, 2008 *apud* BOZZA, 2011).

A implantação da maioria das rodovias brasileiras desconsiderou aspectos primordiais de preservação e minimização dos impactos ao meio ambiente (MUZZOLON JÚNIOR, 2014). Esta constatação é corroborada, pelo grande número de rodovias localizadas em áreas ambientais sensíveis, como as inseridas em regiões compostas por imensa diversidade ambiental e grande incidência de passivos ambientais ao longo de suas diretrizes (MUZZOLON JÚNIOR, 2014).

As externalidades ambientais negativas provocadas por uma obra de infraestrutura rodoviária ocorrem de maneira diferenciada nas distintas fases da existência da rodovia (planejamento, projeto, construção e operação). As fases de planejamento e projeto não geram externalidades ambientais significativas. Nas etapas de construção e operação, os impactos ao meio ambiente, podem ocorrer, em maior ou menor grau, dependendo do tipo e do porte do empreendimento, e em função das características ambientais da região (MUZZOLON JÚNIOR, 2014). E esses danos, causados pelas rodovias ao meio ambiente, afetam, direta e indiretamente, a integridade do meio físico, biótico e socioeconômico da região interceptada pela rodovia (ROMANINI, 2006 *apud* MUZZOLON JÚNIOR, 2014).

Sobre os impactos diretamente relacionados às obras de implantação e pavimentação de rodovias, observa-se a retirada de solos; indução de processos erosivos/voçorocas em antigas áreas exploradas; instabilidade de taludes, rompimento de fundações; terraplenagem, empréstimos e bota-foras; degradação de áreas de canteiro de obras, trilhas e caminhos de serviço; rebaixamento do lençol freático; risco para a qualidade de água superficial (aumento da turbidez) e subterrânea por concentração de poluentes; assoreamento de terrenos naturais, bacias de drenagem e cursos d'água; Alagamentos, decorrentes do represamento de águas e sistemas de drenagem (bueiros, pontes e viadutos) mal posicionados e/ou obstruídos (USP, 2005 *apud* MUZZOLON JÚNIOR, 2014).

Em relação ao meio biótico, as rodovias provocam a dispersão de espécies invasoras, por meio de corredores lineares, alteram os ciclos hidrológicos, devido às interrupções na drenagem, modificam o microclima, devido à pavimentação (por meio do aumento das temperaturas locais), promovem a poluição atmosférica devido à emissão de gases tóxicos e material particulado, aumentam a produção de ruído, contaminação das águas e do solo, perda e degradação de habitats e fragmentação de ambientes naturais (D'ABRA, 2014). Os impactos mais observados no meio biótico, além dos atropelamentos de fauna são os riscos às áreas protegidas e a biótipos ecológicos importantes; redução da cobertura vegetal; aumento da pressão sobre ecossistemas terrestres e aquáticos; incêndios nas faixas de domínio; poluição em ambientes aquáticos e riscos para a vida aquática (o lixiviado da lavagem das pistas que cai em corpos d'água superficiais pode alterar a sua qualidade, aumentar seus nutrientes e gerar processos de eutrofização em lagos e açudes) (USP, 2005 *apud* MUZZOLON JÚNIOR, 2014).

Ao meio socioeconômico, as externalidades negativas causadas pelas rodovias afetam o bem estar da população, localizada às margens da rodovia, modificando as formas de uso e ocupação do solo; alterando as atividades econômicas das regiões por onde a rodovia percorre; provocando mudanças nas condições de trabalho e qualidade de vida das populações locais; segurança do tráfego, ruídos, vibrações, emissões atmosféricas que podem ter efeitos negativos sobre a saúde humana; desapropriações; riscos ao patrimônio cultural, histórico e arqueológico; travessias/intrusão urbana, uso indevido da faixa de domínio da rodovia

(construções, escavações e descartes, depósito de lixo, ocupações irregulares, etc.) (BATTISTELLI, 2007 *apud* MUZZOLON JÚNIOR, 2014).

Para a fauna silvestre, duas externalidades negativas relevantes são a perda de espécies por meio de atropelamentos e o efeito barreira, que acarreta isolamento e perda de diversidade genética, causando extinção de espécies da região. (D'ABRA, 2014). Diversos estudos confirmam que os índices de atropelamento tendem a aumentar em rodovias próximas ou que cortam áreas destinadas à conservação da natureza, como Parques, Estações Ecológicas e Reservas Biológicas (MUZZOLON JÚNIOR, 2014). As duas principais razões que explicam os atropelamentos de fauna se devem ao fato da rodovia atravessar determinado habitat, interferindo no deslocamento natural da espécie ou uma área de migração e devido à existência de alimentos ao longo das rodovias, servindo de atrativo para a fauna (MUZZOLON JÚNIOR, 2014).

1.4 Medidas mitigadoras visando proteger a fauna em rodovias

Medidas mitigadoras são ações propostas com a finalidade de reduzir a magnitude das externalidades ambientais adversos e incluem sistemas de redução de emissão de poluentes, como o tratamento de efluentes líquidos, a instalação de barreiras antirruídos, abatimento das emissões atmosféricas por meio da instalação de filtros, além de uma extensa lista de medidas muito simples como a implementação de bacias de decantação de águas pluviais durante a etapa de construção até o emprego de técnicas sofisticadas para redução de emissões atmosféricas, e também, modificações de projeto para evitar ou reduzir impactos ambientais adversos (SANCHÉZ, 2013).

Cada externalidade negativa identificada deve ser avaliada e ter a sua medida de mitigação indicada, porém é preciso considerar as diferentes medidas a serem executadas em um mesmo empreendimento e verificar se são compatíveis entre si e se a própria mitigação não poderá ser fonte de impactos adversos (SANCHÉZ, 2013). Catella *et al.* (2010) apresenta uma lista de soluções com vistas à proteção da fauna e dos usuários em rodovias. Essas soluções estão demonstradas no Quadro 2.

Quadro 2 - Soluções para proteção da fauna e dos usuários em rodovias

Soluções para proteção da fauna e dos usuários em rodovias	Facilitar condições de visibilidade aos usuários, para que tenham tempo e espaço suficientes para uma reação efetiva e preventiva em caso de haver um animal sobre a rodovia ou em suas proximidades.
	Orientar os motoristas sobre procedimentos seguros para si e para os demais usuários da rodovia, além de evitar atropelamentos de animais silvestres.
	Reduzir o acesso da fauna à rodovia oferecendo alternativas para que os animais atravessem a rodovia sem utilizar as pistas de rolamento.
	Reduzir a interferência de fatores ambientais e antrópicas sobre a mobilidade da fauna.
	No caso de uma espécie da fauna acessar a rodovia, executar soluções que permitam a saída de forma rápida e segura.

Fonte: Catella *et al.* (2010)

E acrescenta que as passagens de fauna funcionais devem garantir:

- a) Mobilidade da população e trocas genéticas;
- b) Acessos biológicos (alimentação, abrigo e acasalamento);
- c) Dispersão de áreas de nascimento e re-colonizações;
- d) Remanejamento da população em resposta a mudanças ambientais e desastres naturais, e,
- e) Conservação, por longo prazo, das populações e dos processos ecológicos.

Diversas são as opções de medidas que tem o propósito de minimizar, mitigar e/ou protegerem a fauna dos impactos causados por rodovias, como: sinalização vertical de advertência específica, manejo da vegetação da faixa de domínio, cercas para animais silvestres, controlador eletrônico de velocidade, educação ambiental (SOBANSKI *et al.*, 2015), ponte de terra, também conhecida como ecoduto,

passagem aérea, composta por uma corda suspensa sobre a rodovia), passagens subterrâneas, que permitem a passagem de animais sob a rodovia, como bueiros e pontes (REE *et al.*, 2007).

Lauxen (2012) apresenta algumas medidas que não envolvem alterações nas soluções construtivas da rodovia, mas buscam influenciar o comportamento do motorista, por meio de restrições ao tráfego, alertas em áreas de maior risco ou incorporação do fator fauna ao universo de atenções, ou alteração no comportamento da fauna em relação ao tráfego e rodovia, restringindo a sua presença ou controlando de modo seguro. E essas soluções estão demonstrada no Quadro 3.

Quadro 3 - Algumas medidas que não alteram as soluções construtivas das rodovias

Medidas	Descrição
Campanhas educativas	Busca influenciar o comportamento dos motoristas por meio de restrição do tráfego, alertas em áreas de maior risco ou incorporação do fator fauna ao seu universo de atenções, ou alterar o comportamento da fauna na sua relação com a via de tráfego, afastando-a ou controlando sua presença de modo seguro.
Sinalização viária	Trata-se da combinação da sinalização referente à fauna com a sinalização indicativa de velocidade máxima ou sinais luminosos intermitentes (BECKMANN <i>et al.</i> 2010 <i>apud</i> LAUXEN, 2012).
Limitação da velocidade	A limitação da velocidade geométrica deve ser acompanhada de medidas físicas ou coercitivas para que seja efetiva, tais como a implantação de controladores de velocidade, redução da largura das pistas e do acostamento, ondulações transversais e sonorizadores (no Brasil, permitidos somente em áreas urbanas pela Resolução nº 39/1998 do CONTRAN), ou redução do campo visual com a instalação de barreiras nas laterais da via (BHTRANS, 1999 <i>apud</i> LAUXEN, 2012).
Redução do volume de tráfego	A utilização desta estratégia requer um planejamento que considere quantitativamente a redução na mortalidade e os prejuízos ocasionados pela deterioração do hábitat e incremento

Medidas	Descrição
	do efeito de barreira nas rodovias que terão aumento de tráfego e os efeitos inversos naquelas com tráfego reduzido.
Interdição temporária	Fluxos sazonais expressivos de fauna, observados em períodos reprodutivos, podem indicar a necessidade de interdição temporária como medida recomendada para evitar atropelamentos. Entretanto, devido à necessidade de manutenção das condições de deslocamento de pessoas e bens, a possibilidade de implantação de tal medida fica restrita a segmentos de rodovias secundárias de baixo fluxo e com alternativas de redirecionamento do tráfego ou situadas dentro de Unidades de Conservação, quando pode ocorrer inclusive a desativação total da rodovia (BERGALLO; VERA Y CONDE, 2001 <i>apud</i> LAUXEN, 2012).
Sistemas de detecção de fauna	A utilização de sensores que detectam a presença de fauna e ativam a sinalização de alerta é uma estratégia que apresenta a vantagem de poder ser instalada ao longo de toda a rodovia, visto que os sinais permanecem discretos até o momento em que são ativados pela fauna e, desta forma, permitem maior grau de liberdade na movimentação dos animais, sendo adaptáveis às variações temporais dos padrões de deslocamento (BECKMANN <i>et al.</i> , 2010 <i>apud</i> LAUXEN, 2012).
Alerta e afugentamento	O afugentamento de animais das estradas é buscado por meio de técnicas que visam alertá-los ou amedrontá-los, tais como a presença humana, sons, luzes, laser, sprays e pirotecnia. São medidas muito suscetíveis à habituação por parte da fauna (BECKMANN <i>et al.</i> , 2010 <i>apud</i> LAUXEN, 2012), com efetividade incerta de acordo com as avaliações disponíveis.
Balizas	Esses dispositivos são indicados para serem implantados em áreas próximas a pontes ou segmentos que atravessem áreas úmidas tem como finalidade incentivar o aumento da altura de voo das aves, promovendo a redução de probabilidade de colisões (JACOBSON, 2005 <i>apud</i> LAUXEN, 2012).
Alimentação	Trata-se de disponibilizar alimentos com o objetivo de afastar os

Medidas	Descrição
	animais da área de influência direta da rodovia (BECKMANN <i>et al.</i> , 2010 <i>apud</i> LAUXEN, 2012).
Remoção de carcaças	Animais mortos no leito das rodovias provocam riscos para os usuários das vias, que ao desviar dos mesmos, podem perder o controle dos veículos e ocasionar sérios acidentes. Assim, a remoção periódica de carcaças da rodovia faz com que carnívoros e carniceiros não sejam atraídos e passem longos períodos se alimentando sobre a rodovia ou nas proximidades (BECKMANN <i>et al.</i> , 2010 <i>apud</i> LAUXEN, 2012).
Modificação do hábitat	A alteração da paisagem ao longo de uma rodovia pode ser aplicada a diversos objetivos além, daqueles voltados à segurança do usuário. Com relação à prevenção de atropelamento de fauna, diversas táticas podem ser utilizadas, isolada ou integradamente. Uma delas consiste em manter a vegetação rasteira na faixa de domínio, com vistas a melhorar a visibilidade dos usuários. Nos países da Europa e América do Sul, procura-se estimular a formação de hábitats adequados ao longo da faixa de domínio das rodovias, sob a perspectiva de que os ganhos provenientes deste hábitat adicional superam os prejuízos decorrentes da mortalidade da fauna (BANK <i>et al.</i> , 2002 <i>apud</i> LAUXEN, 2012).
Cercas e barreiras	A cerca é o dispositivo mais efetivo para auxiliar minimizar os atropelamentos de fauna (AHERN <i>et al.</i> , 2009 <i>apud</i> LAUXEN, 2012) e, quando combinada com as passagens de fauna (BOND; JONES, 2008 <i>apud</i> LAUXEN, 2012), torna-se uma das melhores alternativas para restauração de conectividade em rodovias.
Redução populacional	Contempla medidas referentes à caça controlada de animais, tratamentos contra fertilidade, alteração dos hábitats próximos à rodovia ou translocação de indivíduos. No Brasil, restrições legais impedem a caça, abrindo esta possibilidade apenas para “saciar a fome do agente ou de sua família; para proteger lavouras, pomares e rebanhos da ação predatória ou destruidora de animais; e por ser nocivo o animal, desde que assim

Medidas	Descrição
	caracterizado pelo órgão competente” (artigo 37 da Lei Federal nº 9.605/98), cujas situações não caracterizam a relação fauna – rodovia.

Fonte: Consolidado pela autora, 2017.

Estruturas para passagem de fauna, que exigem intervenções no sistema construtivo da rodovia é uma estrutura física que permite a travessia de animais em rodovias, admitindo a passagem dos animais acima ou abaixo da estrutura visando prevenir a colisão com os veículos (REE *et al.*, 2007). Essas estruturas podem ser construídas exclusivamente para serem utilizadas pela fauna ou se utilizar de medidas de adequações para utilização compartilhada das funções (por exemplo, de drenagem de água ou de acesso por seres humanos) (REE *et al.*, 2007).

À medida que se prevê tipos e manutenção correta, de passagens de fauna, maior número de espécies buscará utilizar, em maior ou menor grau, os dispositivos instalados nas rodovias. Entretanto, a largura e o desenho adequado desempenham um papel importante para determinar a sua utilização por parte de algumas espécies específicas (MATA *et al.*, 2007). Acrescenta que atenção especial deve ser dada a adaptações ou ampliações de bueiros, devido a importância para certas espécies e por apresentar baixo custo de execução.

Em muitos casos, as passagens de fauna, têm sido propostas na tentativa de promover a travessia em rodovias, mas alguns estudos têm demonstrado que nem sempre esses elementos têm alcançado os objetivos previstos, pois há casos rejeição por parte da fauna. Muitas espécies recusam a cruzar por locais fechados, estreitos e escuros, tornando questionável sua efetividade. Também, existem casos em que as passagens de fauna são verdadeiras armadilhas, pois predadores podem atacar as espécies em locais onde há facilidade de captura (CATELLA *et al.*, 2010).

A cerca é um dos dispositivos que, quando combinada com as passagens de fauna, torna-se uma das melhores alternativas para restauração de conectividade em rodovias (BOND; JONES, 2008 *apud* LAUXEN, 2012). Entretanto, para Catella *et al.* (2010) é desaconselhável a construção de telas, cercas (vivas ou não) ou qualquer outra estrutura semelhante, que tenham o objetivo de impedir que os

animais acessem a rodovia, pois uma vez acessado, esses dispositivos podem funcionar como uma barreira, aprisionando o animal na rodovia e impedindo a sua saída. Porém, Putman, Langbein e Staines (2004) contrapõe afirmando que, no caso das rodovias de tráfego rápido e de alta velocidade, as cercas continuam sendo a medida mais eficaz contra acidentes por atropelamentos de fauna. E sugere que essa medida deve, sempre que possível, ser adotada de forma combinada com indicação de locais de passagem específicos (viadutos, passagens inferiores, ou uma travessia) para evitar o efeito barreira à circulação de animais e fragmentação das populações. No entanto, é necessário que cada medida de mitigação, seja adaptada à realidade local e às características de mobilidade da fauna.

Assim, o monitoramento é essencial para se avaliar a efetividade das medidas adotadas, bem como consolidar os resultados de modo a auxiliar no planejamento e tomada de decisões, pois não existe uma padronização de metodologias e desenhos amostrais que forneçam elementos para subsidiar uma análise comparativa das informações adquiridas (BANK *et al.*, 2002 *apud* LAUXEN, 2012).

1.5 Tipos de estruturas para passagens de fauna

Existem diversos tipos de estruturas para permitir a travessia de fauna sob as rodovias, os quais buscam atender às mais variadas espécies de animais silvestres. E o tipo adequado é aquele que contempla a paisagem, o tipo de habitat afetado e a espécie alvo (ABRA, 2012). No Quadro 4 são apresentados alguns tipos de estruturas que permitem à fauna transpor a rodovia, dispensando utilizar as faixas de rolamento e conseqüentemente, minimizando os riscos de atropelamento.

Quadro 4 - Tipos de passagens de fauna

Tipos de estruturas	Descrição
Passagens inferiores	<ul style="list-style-type: none"> • São estruturas exclusivas para passagem de fauna bastante empregada em rodovias brasileiras (GAISLER <i>et al.</i>, 2009 <i>apud</i> LAUXEN, 2012). • Permite ser utilizado por uma grande variedade de espécies da fauna terrestres e semiaquáticas (GAISLER <i>et al.</i>, 2009 <i>apud</i> LAUXEN, 2012).

Tipos de estruturas	Descrição
	<ul style="list-style-type: none"> • A localização deve considerar pontos com potencial para travessia, ou seja, devidamente diagnosticada como corredores, devendo receber o mínimo de influência humana (CLEVENGER; WALTHO, 2000; GRILO <i>et al.</i>, 2008; MATA <i>et al.</i>, 2008 <i>apud</i> LAUXEN, 2012). • O dimensionamento depende do grupo animal a utilizar a estrutura, podendo variar entre 0,3 e 7,0 m de largura ou diâmetro de 3 e 4 m (CLEVENGER; HUIJSER, 2011 <i>apud</i> LAUXEN, 2012).
Passagens inferiores grandes	<ul style="list-style-type: none"> • Dispositivo direcionado para grandes mamíferos, podendo ser utilizada pela maioria dos animais (BECKMANN <i>et al.</i>, 2010 <i>apud</i> LAUXEN, 2012). • Apresenta elevado custo de implantação (ARROYAVE <i>et al.</i>, 2006 <i>apud</i> LAUXEN, 2012). • Apresentam dimensões variando entre 7,00m e 25,00 m de largura e altura entre 3,00m e 5,00m, podendo ser construídas por meio de pontilhões pré-moldados (LAUXEN, 2012).
Passagens inferiores multiuso	<ul style="list-style-type: none"> • São semelhantes às passagens inferiores grandes, porém de uso compartilhado por humanos e animais domésticos (LAUXEN, 2012). • As dimensões mínimas estão em torno de 5,00m, e preferencialmente, mais de 7,00m de largura, e altura superior a 2,50m, sendo recomendada, altura superior a 3,50m. (BECKMANN <i>et al.</i>, 2010; CLEVINGER; HUIJSER, 2011 <i>apud</i> LAUXEN, 2012).
Túneis para anfíbios e répteis	<ul style="list-style-type: none"> • São dispositivos em formatos retangulares e/ou circulares, porém, com dimensões reduzidas (LAUXEN, 2012). • O modelo mais recomendado é a estrutura retangular, pois as paredes verticais de estruturas pré-moldadas, facilitam o direcionamento e deslocamento das espécies (LAUXEN, 2012). • Quanto às circulares, devem-se evitar as estruturas de aço, pois tem alta condutividade, podendo criar campos magnéticos (LESBARRÈRES <i>et al.</i>, 2004 <i>apud</i> LAUXEN, 2012) e apresentam temperaturas muito baixas durante o período migratório. • A adoção de cercas e barreiras é fundamental para direcionar os animais para estas estruturas e ter, preferencialmente, mais de 35 cm de altura (LAUXEN, 2012).
Ecodutos ou pontes de	<ul style="list-style-type: none"> • Permitem a conectividade de habitats, por meio da criação de ambiente que favorece a atração da fauna para o local, com

Tipos de estruturas	Descrição
ecossistemas ou ponte da vida selvagem	<p>solo sobre a estrutura (REE <i>et al.</i>, 2007).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Deve ser provida de cobertura vegetal e instalação de barreiras visuais, com plantio de espécies arbustivas e arbóreas, nas laterais, composta por diferentes espécies (LAUXEN, 2012). • O elemento restritivo para a implantação desse tipo de dispositivo está relacionado ao alto custo para a implantação e manutenção (LAUXEN, 2012).
Passagens superiores	<ul style="list-style-type: none"> • São estruturas similares aos ecodutos, mas com dimensões menores, variando entre 40m a 70m de largura e são utilizadas por ampla variedade de espécies (BECKMANN <i>et al.</i>, 2010 <i>apud</i> LAUXEN, 2012). • Considerando a possibilidade de utilização por grupos compostos por espécies de pequenos e médios mamíferos, anfíbios, répteis, e mesmo aves (JONES; BOND, 2010 <i>apud</i> LAUXEN, 2012) e invertebrados (KELLER <i>et al.</i>, 2005 <i>apud</i> LAUXEN, 2012), é conveniente que a vegetação nas proximidades da passagem apresente continuidade do hábitat, com vegetação similar (JONES <i>et al.</i>, 2011 <i>apud</i> LAUXEN, 2012).
Passagens superiores multiuso	<ul style="list-style-type: none"> • Podem ser utilizadas, tanto pela fauna, quanto ao uso humano e de animais domésticos (BECKMANN <i>et al.</i>, 2010 <i>apud</i> LAUXEN, 2012). • Devem ser realizadas adaptações de modo a garantir uma segregação entre os tipos de usuário, bem como implantação de cobertura vegetal com plantio de espécies arbustivas no segmento proposto à fauna silvestre (AHERN <i>et al.</i>, 2009 <i>apud</i> LAUXEN, 2012). • As dimensões, geralmente, variam entre 8,00m e 25,00m de largura (LAUXEN, 2012).
Passagens no estrato arbóreo	<ul style="list-style-type: none"> • Interligam as copas das árvores, por meio de cabos de aço ou cordas e se dedicam à passagem de espécies semi-arborícolas e arborícolas em locais com presença de espécies arbóreas (BECKMANN <i>et al.</i>, 2010 <i>apud</i> LAUXEN, 2012). • As cordas devem ter pelo menos oito centímetros de diâmetro, sendo estendidas paralelamente, espaçadas por aproximadamente 20cm a 30cm e conectadas entre si por redes de nylon (LAUXEN, 2012). • Quando utilizadas plataformas de madeira, estas devem ter pelo menos 30 cm de largura (CLEVINGER; HUIJSER, 2011 <i>apud</i> LAUXEN, 2012).

Tipos de estruturas	Descrição
Túneis rodoviários	<ul style="list-style-type: none"> • São implantados quando as condições topográficas impedem a execução de alternativas, como regiões montanhosas (LAUXEN, 2012). • Favorecem a conexão eliminando os incidentes e preservando a conectividade de habitats, sendo ambientalmente preferenciais às demais alternativas tecnológicas que interferem diretamente no habitat (CARR <i>et al.</i>, 2002 <i>apud</i> LAUXEN, 2012). • Apresentam altos custos de implantação (BECKMANN <i>et al.</i> 2010 <i>apud</i> LAUXEN, 2012).
Viadutos e elevados	<ul style="list-style-type: none"> • Não possui a finalidade de oferecer conectividade à fauna, mas permite esta vantagem adicional (LAUXEN, 2012). • Em várzeas extensas e áreas úmidas constituem a melhor alternativa, pois interferem minimamente no ambiente (LAUXEN, 2012). • Possuem extensão variável e atendem à praticamente todos os grupos de animais (BECKMANN <i>et al.</i>, 2010 <i>apud</i> LAUXEN, 2012).
Pontes e pontilhões	<ul style="list-style-type: none"> • São sempre preferenciais aos aterros, pois interferem minimamente no habitat (CARR <i>et al.</i>, 2002 <i>apud</i> LAUXEN, 2012). • Conserva os ambientes aquáticos e, com eventuais adaptações, propicia excelentes corredores para a fauna terrestre (BARNUM, 2003 <i>apud</i> LAUXEN, 2012). • Em alguns casos, a implantação de cercas pode não ser a opção recomendada, pois as pontes podem ser utilizadas por espécies de pequeno porte como corredor para vencer os cursos d'água, podendo ocasionar a segregação genética de populações (BROCKIE, 2007 <i>apud</i> LAUXEN, 2012).
Bueiros modificados ou adaptados	<ul style="list-style-type: none"> • Referem-se às estruturas destinadas ao sistema de drenagem e são adaptados para permitir a passagem de animais também (LAUXEN, 2012). • Essas adaptações incluem a implantação de plataformas secas e rampas de acesso, sendo de fácil execução e de baixo custo (LAUXEN, 2012). • Os bueiros têm normalmente entre 0,6 e 2,5 m de largura ou diâmetro, e podem ser dos seguintes tipos: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Bueiro celular: geralmente de concreto pré-moldado, apresenta grande área basal e pode ser instalado em módulos, sendo de simples construção (LAUXEN, 2012).

Tipos de estruturas	Descrição
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bueiro circular: maior profundidade da água facilitando o fluxo da ictiofauna² em descargas reduzidas. ➤ Bueiro tubular em arco: área basal ampliada e apresenta perfil baixo. ➤ Bueiro em arco: construídos com até 12m de seção transversal, mas a viabilidade normal para sua instalação não excede a 7,5m.

Fonte: Consolidado pela autora, 2017.

Figuras demonstrando os tipos citados no Quadro 4 se encontram no Anexo A.

Diante desses tipos de passagens de fauna, as mais utilizadas nas rodovias brasileiras são as passagens inferiores, as passagens nos estratos arbóreas, as adaptações em pontes e pontilhões e os bueiros celulares adaptados e/ou modificados. Neste trabalho foram avaliadas as passagens de fauna inferiores, em formato de bueiros celulares e circulares.

² **Ictiofauna:** relativo a um conjunto de espécies de peixes de uma determinada região geográfica.

2 A ANÁLISE CUSTO-EFETIVIDADE E A GESTÃO DO MEIO AMBIENTE

2.1 Introdução

O meio ambiente é afetado pelas ações realizadas pelo ser humano de muitas maneiras, não necessariamente, diretamente relacionadas à poluição, mas por meio de inúmeras atividades que emanam algum tipo de dano ambiental. A destruição de habitats causada pelo desenvolvimento habitacional e a degradação da paisagem natural são alguns exemplos de externalidades ambientais não relacionados diretamente à emissão de poluentes específicos (FIELD; FIELD, 2014).

O governo precisa determinar quais bens públicos³ deve fornecer e em que quantidade, de modo a gerar o maior número de benefícios para a sociedade. Porém, o fornecimento de bens públicos é muito mais difícil do que o provimento eficiente de bens privados, pois os compradores de um bem privado entram no mercado e revelam o preço a que estão dispostos a pagar (MANKIW, 2010). Já, com relação a bens públicos, os analistas não identificam nenhum sinal de preço ao avaliar se o governo deve fornecer um bem público e neste caso, suas conclusões sobre os custos e benefícios dos projetos públicos são, na melhor das hipóteses, aproximações (MANKIW, 2010).

Os tomadores de decisão de políticas públicas, normalmente, não têm informações totalmente precisas sobre os custos de controle da poluição que as empresas e as indústrias enfrentam no mundo real (FIELD; FIELD, 2014). Esse fenômeno pode ser denominado de informação assimétrica⁴, onde os poluidores têm melhores informações sobre os custos de diferentes tecnologias de controle da poluição do que os tomadores de decisão de políticas públicas (FIELD; FIELD, 2014).

³ **Bens públicos:** bens que não são nem excludentes e nem rivais, ou seja, as pessoas não podem ser impedidas de usar um bem público, e quando uma pessoa usa um bem público, isso não reduz a disponibilidade dele, podendo ser utilizado por outras pessoas sem prejuízo de nenhuma delas (MANKIW, 2010).

⁴ **Informações assimétricas:** Situação na qual o comprador e o vendedor possuem informações diferentes sobre uma transação.

A obrigação do construtor vai muito além da reparação pelos danos ambientais causados. Deve abranger também, a internalização das externalidades negativas com o pagamento das despesas relativas à prevenção ou pela mitigação dos danos ambientais (REZENDE; COELHO, 2015). Essa responsabilidade abrange os custos da prevenção, da reparação e da repressão ao dano ambiental (REZENDE; COELHO, 2015). Assim, reconhecida a importância social e econômica das rodovias e, constatado ser inevitável a ocorrência de danos ambientais para a construção de rodovias, deve-se promover medidas que previnam a ocorrência ou minimizem a degradação ambiental (REZENDE; COELHO, 2015). No caso brasileiro, o construtor deve arcar com os custos de cercas, de passagens subterrâneas e aéreas (passagem de fauna), instalação de dispositivos de drenagem, construção de barragens, de bacias de contenção entre várias outras atividades para minimizar as externalidades negativas da rodovia ao meio ambiente (REZENDE; COELHO, 2015).

Neste sentido, a avaliação econômica é um instrumento importante para auxiliar na melhoria da eficiência do gasto público, da qualidade da gestão, do controle social sobre a efetividade da ação do governo, especialmente ao tratar de questões ambientais (RAMOS; SCHABBACH, 2012). A avaliação econômica estabelece critérios fundamentais para determinar se uma política deve continuar sendo executada ou produzindo mudanças no sistema econômico e social no sentido de alcançar os resultados desejados (FIGUEIREDO; FIGUEIREDO (1986) *apud* RAMOS; SCHABBACH, 2012). A avaliação gera uma retroalimentação que permite definir, entre diferentes projetos, de acordo com sua eficácia e eficiência e possibilita retificar as ações e reorientá-las em direção à meta proposta (COHEN; FRANCO, 2004, *apud* RAMOS; SCHABBACH, 2012).

Para isto, vários tipos de análises foram desenvolvidos para fornecer avaliações ambientais, econômicas e sociais que possam ser usadas para informar os gestores ou auxiliar na tomada de decisão (FIELD; FIELD, 2012). Os dois métodos mais utilizados são a Análise Custo Benefício (ACB) e Análise Custo-Efetividade (ACE). A ACB busca identificar quais são os projetos ou programas que apresentam mais benefícios em relação aos custos, em termos monetários. E a ACE compara os custos de programas ou projetos buscando identificar qual apresenta menor custo para o alcance dos mesmos objetivos, ou seja, busca identificar quais

metas poderão ser alcançadas com o menor custo.

2.2 Conceitos e objetivos da ACE

A ACE é uma ferramenta de tomada de decisão projetada para identificar o meio mais eficiente para se atingir objetivos específicos (LEVIN, 1995). O objetivo é verificar qual programa ou combinação de programas pode atingir objetivos específicos com o menor custo (LEVIN, 1995). De acordo com Levin (1995), ao escolher os objetivos com o menor custo para um determinado resultado, a sociedade pode usar seus recursos de forma mais eficiente. A ACE permite a avaliação econômica entre duas ou mais alternativas de intervenções identificadas em políticas setoriais, programas ou projetos com base no alcance de um determinado objetivo (meta ou padrão ambiental). O resultado da análise será aquele que, discutidas as várias alternativas possíveis para atender determinada norma ou padrão ambiental, apresentar maior efetividade do ponto de vista dos custos econômicos incorridos para atingir objetivos/metapas propostas (GULLO, 2010).

De acordo com Hitch e Mckean (1960) *apud* Levin (1995) a ACE foi desenvolvida na década de 1950 pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos como um método para julgar as demandas dos vários ramos das forças armadas para sistemas de armas cada vez mais onerosos com diferentes níveis de desempenho e missões sobrepostas. Na década de 1960, a ACE tornou-se amplamente utilizada como ferramenta para analisar a efetividade de diferentes alternativas de programas governamentais fora da área militar (LEVIN, 1995).

A ACE é um método que combina o resultado mais eficaz de uma medida, em que os custos do projeto e alternativas de políticas, tenham melhores qualificações em relação à utilização dos recursos. A alternativa a ser adotada é aquela que apresenta o menor custo em relação aos resultados esperados (LEVINS, 2001 *apud* ROTH, 2016), permitindo aos gestores, assegurar aos financiadores do projeto, um “valor para o dinheiro”, ou seja, é possível demonstrar os objetivos a serem alcançados com recurso empregado na implementação e operação do projeto (BRANCO, 2008).

Para Secoli *et al.* (2010), o “valor” deve ser compreendido numa concepção

mais ampla, referindo-se às preferências que um indivíduo ou sociedade apresentam face às escolhas mutuamente excludentes, não apenas a quantia em dinheiro trocada na aquisição de bens ou serviços. Acrescenta que, traduzir o valor de um benefício para uma dimensão apenas financeira não constitui bom caminho para as sociedades e muito menos para as ações na área de saúde.

A ACE baseia-se na teoria do bem estar social⁵, cujas premissas básicas são:

- i. Os indivíduos têm preferências bem definidas ao se depararem com uma cesta de bens e esta cesta é composta de bens de mercado e de bens de não mercado;
- ii. Cada indivíduo conhece as suas preferências e é capaz de escolher uma cesta que sempre o deixará melhor do que na situação anterior, sendo sempre dependente da sua restrição orçamentária;
- iii. As preferências dos indivíduos possuem o caráter de substitutibilidade, ou seja, se um elemento da cesta é reduzido, é possível aumentar a quantidade de outro elemento da cesta, de modo que o indivíduo não fique em uma situação pior devido à mudança.

A ACE é uma razão em que o denominador reflete o ganho de uma intervenção específica e o numerador reflete o custo monetário para se alcançar o objetivo (VIANNA, 2010). A escolha da alternativa com menor custo para um determinado resultado, a sociedade pode usar os recursos de forma mais eficaz (LEVIN, 1995).

A ACE pode ser realizada *ex ante* (BRANCO, 2008), quando os resultados auxiliam os tomadores de decisão a escolher a opção que reflete o melhor resultado a ser alcançado comparado com os custos das alternativas disponíveis (SARCINELLE, 2015). E *ex post*, os custos passados e os resultados alcançados são comparados para avaliar o custo efetividade do projeto (BRANCO, 2008), além de subsidiar possíveis adequações dos objetivos propostos.

World Bank (2005a) *apud* Dalbem *et al.* (2010), embora a ACE seja um bom critério para se escolher a alternativa de projeto de menor custo, não contribui para a

⁵ **Teoria do Bem Estar:** Baseia-se no conceito de Pareto que pressupõe que em uma distribuição eficiente das mercadorias, ninguém consegue aumentar o seu bem estar sem reduzir o bem estar de alguma outra pessoa (PINDYCK; RUBINFELD, 2006).

tomada de decisão de investir ou não investir no projeto. Dalbem *et al.* (2010) destaca que para escolher entre projetos que ensejam a diferentes objetivos ou diferentes setores, a sugestão é usar a ACB, sempre que possível.

2.3 Vantagens e desvantagens da ACE

A ACE pode ser o melhor instrumento para comparar duas ou mais alternativas de programas ou projetos que visam alcançar um mesmo objetivo (VIANNA, 2010). Para Dalbem *et al.* (2010), com a ACE, os benefícios são quantificáveis, porém, por meios não monetários, mas com os efeitos resultantes da implementação do projeto, por exemplo, permitindo avaliar quantas pessoas ou empresas, atualmente não atendidas, passarão a usufruir da nova infraestrutura.

Uma das vantagens da ACE em relação à ACB é que os benefícios podem não ser monetários, tornando a comparação entre duas alternativas mais fáceis de ser realizada e, com isso, eliminando problemas advindos da comparação das duas intervenções que requerem investimentos bastante diferentes em magnitude (OLIVEIRA, 2010). Além da vantagem dos benefícios poderem não ser monetários, tornando a comparação, entre duas determinadas intervenções, mais fácil de ser realizada, outra vantagem é a probabilidade de se eliminar problemas advindos da comparação de duas intervenções que requerem investimentos bastante diferentes em magnitude (OLIVEIRA, 2010).

Para Oliveira (2010), a principal desvantagem da ACE é a possibilidade de haver outra política, além daquelas consideradas na análise, de maior razão custo-efetividade, mas ressalta que esta desvantagem não é exclusiva desta metodologia, estando presente, também, na ACB. Em alguns casos, outros fatores ambientais e sociais importantes, que podem ter impacto significativo na efetividade da política, podem ser ignorados e a consequência é que as interações entre diferentes problemas ambientais, que não foram considerados, podem vir a afetar o resultado custo-efetividade do projeto analisado (BRANCO, 2008).

O uso da análise custo-efetividade libera o avaliador das restrições impostas à correta medição dos benefícios, colocando-lhe, por outro lado, frente à não menos difícil tarefa de medir os impactos do programa em termos da efetividade da

intervenção como um “produto” específico (NOGUEIRA, 2015).

Para Nogueira (2015), uma das muitas vantagens da ACE, no que concerne à medida de resultados, é que diferentes medidas de efetividade podem ser costuradas para diferentes metas, e a unidade de medida pode ser aquele que é familiar aos responsáveis pela decisão. Programas com diferentes objetivos terão diferentes indicadores e assim, não poderão ser prontamente comparados dentro de uma estrutura de ACE (LEVIN, 1993, p. 114 *apud* NOGUEIRA, 2015).

As avaliações que utilizam a ACE normalmente requerem menos tempo do que outros recursos baseados em estudos de ACB, porque a avaliação da efetividade pode ser feita durante a operação ou ao final dos programas que estão sendo avaliados (LEVIN, 1983, p. 114 *apud* NOGUEIRA, 2015)

2.4 Etapas da Análise Custo-Efetividade

EPA (1993) *apud* Pereira (1999), amplia a lista de opções de uso da ACE, de modo a torna-la menos vulnerável às críticas sobre sua utilização ser mais simples do que a metodologia ACB e propõe que o custo-efetividade de um programa ambiental pode ser expresso das seguintes formas:

- Unidade de proteção ambiental conseguida por unidade monetária gasta, num determinado programa/projeto;
- Unidade de proteção ambiental conseguida em diferentes programas/projetos com iguais custos;
- Custo por unidade de proteção ambiental conseguida;
- Custo de programas que atingem um mesmo padrão de proteção ambiental.

De acordo com Nogueira (2015), três fatores são de fundamental importância para o cálculo de custo-efetividade:

- i. A análise é baseada em unidade de poluente removido, sendo que tal unidade deve ser descrita em relação à sua importância, em termos de toxicidade, na poluição;
- ii. Quando há várias opções de controle sendo avaliadas, a análise é feita com base em valores incrementais, utilizando-se o custo incremental de uma

opção comparado com outras opções ou com o tratamento existente em curso; e

- iii. Os valores de custo-efetividade são considerados baixos ou altos somente dentro de um contexto dado e comparável, tal como similares padrões de descarga ou padrões de limitações de efluentes em outras indústrias.

Uma análise de custo-efetividade, de acordo com EPA (1993) *apud* Pereira (1999) e Anderson (1998) *apud* Nogueira (2015), poderia envolver alguns passos, conforme descritos no Quadro 5.

Quadro 5 - Passos da Análise Custo-Efetividade

EPA (1993) <i>apud</i> Pereira (1999)	Anderson (1998) <i>apud</i> Nogueira (2015)
<p>1) Definição do projeto: nesta fase define-se a meta; os objetivos; as opções de ação e os impactos do projeto.</p> <p>2) Estabelecimento de um padrão ideal de efetividade: nesta etapa define-se o padrão; quantificação do padrão; consideração dos fatores que aumentam ou diminuem as estimativas do padrão e da probabilidade dos desvios do padrão.</p> <p>3) Estimativa da efetividade real das opções de programas.</p> <p>4) Levantamento dos custos: nesta etapa: selecionam-se os custos a serem incluídos; a técnica de estimativa dos custos e a estimativa dos custos.</p> <p>5) Avaliação do custo-efetividade.</p>	<p>1) Determinação dos poluentes relevantes;</p> <p>2) Estimativa da toxicidade e prioridade dos poluentes relevantes;</p> <p>3) Definição dos sistemas de controle da poluição;</p> <p>4) Cálculo da potencialidade dos poluentes removidos em cada opção de controle;</p> <p>5) Cálculo dos custos de cada opção de controle;</p> <p>6) Classificação das opções de controle de acordo com custos;</p> <p>7) Cálculo dos valores de custo-efetividade incremental; e</p> <p>8) Comparação dos valores de custo-efetividade.</p>

Fonte: Consolidado pela autora, 2017.

Para uma análise de custo-efetividade, Levin (1983) *apud* Nogueira (2015) argumenta que, também, é necessário:

- i. Determinar o objetivo do programa e, por conseguinte, uma apropriada medida de efetividade.
- ii. Especificar as alternativas a serem avaliadas;
- iii. Fazer um desenho da avaliação de cada alternativa estabelecida e obter informações sobre os custos de cada uma
- iv. Os dados sobre os custos e as efetividades podem ser combinados em taxas de custo-efetividade mostradas para um “montante” de efetividade que pode ser obtido para cada custo estimado.

De acordo com Nogueira (2015), a avaliação da efetividade de um programa ambiental pode requerer:

- i. Substanciais testes antes e após a intervenção;
- ii. Coleta de dados e análise de atividades e sistemas;
- iii. Um significativo período de tempo para planejar e conduzir o estudo e para avaliar os resultados.

2.5 Alguns estudos de casos com utilização de ACE para avaliar passagens inferiores de fauna em rodovias

A ACE pode ser utilizada em várias áreas, no entanto, a saúde e o meio ambiente têm significativa representatividade em diversos estudos, conforme destacam Gullo e Sabino Junior (2010) *apud* Barros (2014).

Alguns estudos identificados que utilizaram a ACE para avaliar passagens inferiores de fauna em rodovias, voltados para a área da ecologia, com interface limitada à Economia do Meio Ambiente:

- Mata *et al.* (2003) realizou estudo sobre a efetividade de passagens de fauna e pontes adaptadas para permitir a passagem de fauna em uma rodovia localizada no noroeste da Espanha. O estudo se desenvolve por meio de um monitoramento realizado, no período de junho a setembro de 2002 com diferentes tipos de passagem de fauna com o objetivo de determinar o uso dos dispositivos pela fauna. De acordo com o resultado, o número de registros de espécies que utilizam as passagens de fauna foi alto.

Pequenos mamíferos utilizam as passagens com maior frequência e algumas espécies não foram detectadas utilizando as passagens. Diante dos resultados, quatro recomendações foram apresentadas:

1. Como um uso diferencial entre espécies animais foi encontrado, é necessário manter vários tipos de estrutura de cruzamento;
 2. As estruturas funcionais da auto-estrada⁶ (não engajadas na vida selvagem) desempenham um papel importante na permeabilidade da estrada, e sua adaptação para a vida selvagem aumenta seu uso por algumas espécies. Assim, a adaptação das estruturas relacionadas à atividade humana desempenha um papel fundamental na obtenção da melhor solução do ponto de vista benefício-custo.
 3. O conjunto de passagens necessárias para mitigar o efeito de barreira sofrido por uma comunidade conhecida de mamíferos pode ser estabelecido levando em consideração os tamanhos dos animais e a amplitude e posição relativa das estruturas de cruzamento para a estrada.
 4. Parece que algumas espécies não podem atravessar estruturas de até 20 m de largura e, portanto, algumas passagens devem ser mais amplas (sob a forma de túneis e / ou viadutos).
- Van Der Grift *et al.* (2012) realizou estudo avaliando a eficácia de medidas de mitigação rodoviária centrou-se na avaliação do uso de passagens de fauna. Os resultados demonstraram que uma ampla variedade de espécies utiliza as estruturas. No entanto, a pesquisa pouco abordou sobre a efetividade das passagens de fauna, porque o uso de uma estrutura não equivale, necessariamente, à sua eficácia. Neste contexto, é relevante destacar que como muitas estruturas são mal projetadas, a avaliação empírica destas estruturas torna-se menos robusta e a ausência de avaliações confiáveis limita a efetividade das medidas de mitigação em rodovias, pondo em perigo a fauna e reduzindo os estudos de avaliação econômica.
 - Costa, Ascensão e Bager (2015) fez estudo relatando que os protocolos mistos

⁶ **Auto-estrada:** rodovia sem cruzamento para tráfego veloz (HOUAISS; VILLAR, 2001).

de amostragem melhoram a relação custo-efetividade das pesquisas sobre atropelamentos em rodovias. A avaliação foi realizada comparando padrões espaciais obtidos ao usar uma verificação semanal versus mensal e uma verificação durante todo o ano versus sazonal. Foram analisados um conjunto de dados de atropelamentos, coletados ao longo de dois anos no sul do Brasil, e aplicado dois critérios para avaliar a efetividade de dois protocolos de pesquisa alternativos: trade off entre o esforço de amostragem e o tamanho da amostra; e semelhança em padrões espaciais. O estudo conclui que pesquisas semanais em períodos mais curtos podem melhorar significativamente a relação custo-efetividade. A sugestão do estudo é a aplicação de uma mistura de protocolos de amostragem, com levantamentos intensivos durante períodos mais quentes para répteis e outras taxas com pico de estrada nesses tempos, enquanto que, para o resto do ano, uma pesquisa mensal poderia ser usada para melhorar a detecção de espécies mais raras.

2.6 A ACE na análise de passagens de fauna inferiores em rodovias do Brasil

Existem inúmeras ferramentas da análise econômica do meio ambiente que podem ser utilizadas para avaliar passagens de fauna inferiores em rodovias brasileiras. Pesquisa realizada para subsidiar o desenvolvimento deste trabalho identificou quantidade muito restrita de estudos avaliando, economicamente, passagens de fauna inferiores no Brasil, em especial, utilizando a ACE.

Desta forma, este trabalho busca, por meio da ACE, avaliar alternativas de passagens de fauna implantadas em rodovias brasileiras, buscou avaliar economicamente passagens de fauna inferiores de modo a identificar se há efetividade nos dispositivos implantados em três rodovias federais brasileiras.

3 ANÁLISE CUSTO-EFETIVIDADE: O CASO DAS PASSAGENS DE FAUNA

3.1 Introdução

A construção de rodovias contribui para o bem-estar da sociedade, na medida em que os benefícios gerados colaboram para o desenvolvimento econômico do país, promovendo a circulação de pessoas e mercadorias. A lista de benefícios advindos das rodovias é extensa, por outro lado, existem externalidades ambientais negativas que devem ser internalizadas na construção de rodovias.

Para a avaliação da efetividade é necessário definir os indicadores que vão medir o sucesso dos objetivos almejados (CASTRO *et al.*, 2007). No caso das passagens de fauna inferiores selecionados para este trabalho, nem o projeto e nem os estudos ambientais, fixaram metas a serem alcançadas com a implantação das passagens de fauna. Assim, foi considerada como meta, a diminuição do número de atropelamentos, registrados nas proximidades de cada passagem de fauna em análise. Essa proximidade corresponde a uma extensão equivalente a 100m para cada lado da estrutura, também, que o número de espécies que utiliza as passagens de fauna seja superior a zero.

3.2 Métodos, procedimentos e materiais

Os dados e informações foram obtidos junto ao arquivo e site do DNIT, com autorização da Autarquia, conforme consta formalizado no Ofício nº 139/2017-DPP, de 02 de maio de 2017, cópia no Anexo VII. Também, foram realizadas discussões com técnicos responsáveis pela gestão ambiental dos empreendimentos, onde as passagens de fauna se encontram localizadas. Como cada rodovia apresenta métodos, procedimentos e materiais de forma particularizada, os respectivos detalhes, estão demonstrados em subitens a seguir.

3.2.1 BR 101/SC/RS

As informações inerentes à BR 101/SC/RS foram obtidas junto ao Programa de Proteção à Fauna e à Flora – Subprograma de Monitoramento da Fauna Silvestre

atropelada - 62º Relatório da Campanha de Monitoramento – RE-CTC-GA-DF-09/2016 – 07/06/2016 e do Relatório de atividades – RA-CTC-GERAL-DF-01/2017 (Janeiro/2017), elaborado pelo Consórcio Concremat, Tecnosolo & WorleyParsons, contratada pelo DNIT para a prestação de serviços de apoio e assessoria à CGMAB, na Supervisão e Gerenciamento Ambiental do Projeto de Ampliação da Capacidade e Modernização da Ligação Rodoviária Florianópolis/SC - Osório/RS – BR-101 Sul.

Até o presente momento, foram realizadas 62 campanhas, mensais, de monitoramento da fauna atropelada e 19 campanhas para verificação da efetividade das passagens de fauna, realizados no período entre abril/2011 a maio/2016.

A metodologia de levantamento da fauna silvestre atropelada, na BR-101 Sul, trecho Florianópolis/SC – Osório/RS, foi executado por meio de amostragem em um veículo à baixa velocidade (40 – 60 km/h) com a presença de, no mínimo, dois observadores, durante o dia entre 08h00 às 17h30. Devido à extensão do trecho de monitoramento, as atividades foram realizadas em duas etapas, uma no sentido norte-sul e outra no sentido sul-norte. As campanhas⁷ foram realizadas durante quatro dias de amostragem cada, sendo percorridos cerca de 800 km/campanha, em todo o trecho. Durante o monitoramento, todos os espécimes encontrados atropelados foram identificados, fotografados e as coordenadas geográficas coletadas com auxílio de GPS Garmin 60 Csx (CONSÓRCIO CONCREMAT, TECNOSOLO & WORLEYPARSON, 2016).

O monitoramento da efetividade das passagens de fauna teve como objetivos principais, avaliar a efetividade das passagens de fauna, avaliar os diferentes fatores envolvidos na utilização ou não destas estruturas pelas diferentes espécies e avaliar o índice de atropelamento ao longo da rodovia, durante o período de construção, associando este índice à composição da paisagem e presença ou não de estruturas de passagem de fauna pré-existentes (CONSÓRCIO CONCREMAT, TECNOSOLO & WORLEYPARSON, 2016).

Para a avaliação da efetividade das passagens de fauna os monitoramentos foram norteados pela utilização de armadilhas fotográficas, sendo instalada uma

⁷ **Campanha:** corresponde a um período de monitoramento (mensal, bimestral ou trimestral).

câmera na entrada e outro na saída de cada passagem, por um período, no mínimo de três dias, complementadas por vistorias que buscaram identificar possíveis vestígios, fezes e pegadas.

3.2.2 BR 101/RN/PB/PE

As informações sobre as obras de duplicação, restauração e adequação de capacidade da BR 101/RN/PB/PE foram obtidas junto ao 60º Relatório do PBA⁸ de Mitigação de Impactos à Fauna e à Flora, referente ao período de junho e julho de 2016 e 119º Relatório Mensal de Andamento das atividades realizadas entre os dias 27/08 à 31/08 e entre os dias 14/09 à 18/09 de 2016. Esses documentos foram elaborados pelo Consórcio SKILL-STE, contratada pelo DNIT para a execução de serviços técnicos de Gestão Ambiental da obra de Adequação da Capacidade e Restauração da BR – 101/RN/PB/PE; trecho Entroncamento RN-063 (p/ Ponta Negra) – Divisa RN/PB – Divisa PB/PE; Divisa PB/PE – Entroncamento PE-103/126 (p/ Catende), extensão total 398,9 km.

Para a obtenção dos dados de atropelamentos de fauna, todo o trecho da rodovia BR-101/RN/PB/PE foi percorrido uma vez em cada sentido, por meio de um veículo com dois observadores e em baixa velocidade, no máximo 60 km/h para busca ativa de animais atropelados. As carcaças dos animais atropelados foram identificadas, fotografadas e anotadas as referências de sua localização (estaca, lado da rodovia e coordenadas, por meio de GPS). (CONSÓRCIO SKILL-STE, 2016). Foram utilizados os seguintes equipamentos e materiais:

- Localizador GPS Garmin Etrex 20 – para localização das imagens dos animais atropelados;
- Veículo Sedan;
- Cones para sinalização na rodovia;
- Equipamentos de Proteção Individual - EPIs;

⁸ **PBA:** Plano Básico Ambiental.

- Tinta spray para marcar os animais atropelados;
- Máquina fotográfica Sony DSC H-100;
- Régua para escala.

Quanto ao levantamento de dados sobre a utilização das passagens de fauna, esses foram obtidos com periodicidade bimestral, contemplando a sazonalidade da região. A duração da campanha, neste empreendimento foi de 10 dias consecutivos (CONSÓRCIO SKILL-STE, 2016). Os métodos para o monitoramento do uso das passagens pela fauna estão demonstrados no Quadro 6.

Quadro 6 - Métodos de monitoramento das passagens de fauna

Métodos de monitoramento	Descrição
Busca de vestígios	a) Consiste na realização de caminhamento no interior e entorno das entradas/saídas das passagens de fauna na busca por vestígios de animais. b) Foi realizada por meio de uma vistoria em cada passagem de fauna, no período da campanha. c) Também foi realizada no entorno das entradas/saídas das passagens e em volta das caixas de armadilhas de pegadas. d) Como vestígios são consideradas pegadas, restos de alimento, pelos, fezes, vocalizações e todo tipo de prova que possa identificar a presença de uma espécie na passagem de fauna. e) Os vestígios, quando encontrados, são fotografados e identificados até o menor nível taxonômico possível, contando com o auxílio de manuais especializados. É utilizada uma trena graduada em milímetros e numerada em centímetros para servir de escala em todas as fotos dos vestígios.
Armadilhas fotográficas	a) As armadilhas fotográficas são instaladas nas passagens de fauna subterrâneas em ambos os lados da passagem (logo, duas armadilhas por passagem), de modo que seja possível definir o sentido de deslocamento do animal. b) Tendo em vista o elevado risco de roubo das armadilhas fotográficas em função do alto grau de antropização das áreas em estudo e a grande movimentação de pessoas no entorno das passagens de fauna, as armadilhas fotográficas foram instaladas dentro de caixas metálicas chumbadas às paredes de concreto das estruturas, sendo fechadas com cadeados. c) Os equipamentos utilizados foram: <ul style="list-style-type: none"> • Computador portátil; • Cartões de memória; • Máquinas fotográficas;

Métodos de monitoramento	Descrição
Armadilhas de pegadas (caixa de areia)	<ul style="list-style-type: none"> • GPS <p>a) Foram utilizadas armadilhas de caixa de areia de 1,0m², que correspondem a uma parcela de sedimento peneirado e alisado na entrada e na saída das passagens de fauna, delimitadas quando possível por madeiras.</p> <p>b) Essas caixas ficaram operantes durante 10 dias.</p> <p>c) Foi realizada uma vistoria em cada armadilha para registro das pegadas.</p> <p>d) Os equipamentos utilizados foram:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Armadilhas fotográficas; • Caixas de segurança para as armadilhas fotográficas; • Cadeados; • Quadros de madeira para as armadilhas de pegada; • Trena de 5 metros; • Máquina fotográfica digital; • GPS Etrex 30; • Trena/ escala.

Fonte: Consolidado pela autora, 2017.

3.2.3 BR 116/392/RS

Os dados da BR 116/392/RS foram obtidos no Relatório Mensal de Meio Ambiente nº 72 – Dezembro 2016 e foi elaborado pela empresa STE – Serviços Técnicos de Engenharia S.A., em contrato firmado com o DNIT para a execução do serviço de gestão ambiental das obras de duplicação, abrangendo a supervisão ambiental, execução de programas ambientais e gerenciamento ambiental das obras, incluindo obras de arte especiais nas rodovias BR-392/RS e BR-116/RS.

O levantamento dos atropelamentos foi realizado, bimestralmente, significando que abrangeu todas as estações do ano. As atividades foram realizadas com a utilização de veículo, com profissionais percorrendo os dois lados da pista da rodovia, a uma velocidade média de 40 km/h e durante cinco dias consecutivos.

3.3 Dados e informações sobre os empreendimentos

As passagens de fauna inferiores, objeto do presente estudo, estão localizadas nas rodovias BR-101, nos estados de Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Rio

Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco (SC/RS/RN/PB/PE) e as rodovias BR-116 e BR-392, no estado do Rio Grande do Sul (RS). Os dispositivos foram implantados, por ocasião das obras de duplicação e melhoramentos das respectivas rodovias. Em função dos trabalhos de gestão ambiental dessas obras, as passagens de fauna estão sendo objeto de monitoramento, com acompanhamento, tanto da execução das obras quanto da utilização das referidas passagens.

Dados gerais sobre as referidas rodovias, divisão dos lotes de obras, segmentos, extensão e descrição das intervenções, bem como a localização das passagens de fauna estão detalhadas no Apêndice A.

3.4 Localização das obras e passagens de fauna da BR-101/SC/RS

Os segmentos da BR-101/SC e BR-101/RS estão sendo abordados em conjunto tendo em vista que o monitoramento das passagens de fauna e levantamento dos atropelamentos de animais silvestres estão sendo realizados por uma única empresa, o Consórcio Concremat, Tecnosolo & WorleyParsons. A localização dos segmentos em obras de duplicação e melhoramentos das BR-101/SC/RS se encontra demonstrada no Mapa que se encontra no Anexo B.

Além da implantação de passagens de fauna, foi previsto o programa de proteção à fauna e flora, subdividida em subprogramas de proteção à flora e subprograma de proteção à fauna. O subprograma de proteção à fauna apresenta, como ações principais, o monitoramento da efetividade das passagens de fauna e levantamento da fauna silvestre atropelada.

De acordo com o escopo do subprograma de proteção à fauna, o monitoramento da efetividade das passagens de fauna tem como objetivo avaliar a efetividade das estruturas pré-existentes, como pontes, viadutos e canais de drenagem para a passagem da fauna. E o monitoramento da fauna silvestre atropelada tem como objetivo a identificação e quantificação dos indivíduos, principais grupos e espécies da fauna encontradas atropeladas, bem como a localização onde foram encontrados.

De posse desses dados são realizadas análises para avaliar os resultados das medidas adotadas e, se necessário, propor medidas complementares e/ ou

adequações das ações realizadas com vistas a melhorar o resultado das medidas mitigadoras para reduzir os atropelamentos de animais silvestres na rodovia (CONSÓRCIO CONCREMAT, TECNOSOLO & WORLEYPARSONS, 2016).

As passagens de fauna implantadas na BR-101/SC/RS são compostas por bueiros, utilizados para o sistema de drenagem profunda das rodovias. As formas variam entre tubulares e celulares, com dimensões de 0,80m, 0,90m, 1,0m, 1,20m e 1,50m. Já os celulares, se tratam de simples e apresentam dimensões de 1,5 x 1,5m, 1,6 x 1,6m, 2,0 x 2,0m, 2,5 x 2,5m, 2,60 x 3,0m. Também, há uma passagem em ponte, localizada na ponte sob o Rio Massiambú. Todas as localizações e dimensões de todas as passagens de fauna implantadas na BR 101/SC/RS se encontram demonstradas no Apêndice B.

3.5 Localização das obras e passagens de fauna da BR-101/RN/PB/PE

Os dados e informações acerca das passagens de fauna e atropelamentos de fauna da BR 101, localizada nos Estado do Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco, também foram abordados em conjunto, tendo em vista que uma única empresa atuou nas atividades de monitoramento e gestão ambiental nos três estados. No Anexo C se encontra mapa demonstrando a localização das obras de duplicação e melhoramentos na BR-101, nos Estados do Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco. Fotos de algumas passagens de fauna deste segmento rodoviário estão no Anexo D.

As passagens de passagens de fauna, que compõem o mecanismo de proteção à fauna, no âmbito das obras da BR-101/RN/PB/PE abrangem estruturas subterrâneas, aéreas e passagens em pontes. As estruturas subterrâneas são compostas por bueiros celulares simples e duplas. As dimensões são: BSCC 1,5 x 1,5m, BSCC 2,0 x 2,0m, BSCC 3,0 x 3,0m, BSCC 2,0 x 3,0m, BDCC 2,0 x 2,0m. Também, foram implantadas passagens de fauna aéreas e passagens em pontes, conforme relação das passagens de fauna que pode ser verificada no Apêndice C.

3.6 Localização das obras e das passagens de fauna na BR-116/392/RS

As passagens de fauna, implantadas na BR 116/392/RS estão sendo monitoradas pela empresa STE - Serviços Técnicos de Engenharia. No Anexo E estão demonstradas, em mapa, a localização das obras do referido empreendimento.

No âmbito das obras de duplicação e melhoramentos na BR-116/392/RS constam passagens de fauna por meio de bueiros celulares de concreto com dimensões de BSCC 2,0 x 1,5m, BSCC 2,00 x 2,0m, BSCC 3,0 x 3,0m, BDCC 2,0 x 2,0, complementados por passagens adaptadas em pontes. No Apêndice D consta a relação das passagens de fauna implantadas na BR-116/392/RS e no Anexo F são apresentadas fotos de algumas passagens de fauna do referido empreendimento.

As medidas mitigadoras⁹ indicadas para o referido empreendimento incluem a implantação de estruturas que facilitem a travessia ou impeçam a passagem da fauna pela rodovia. De acordo com os estudos, esses mecanismos são túneis, pontes, cercas, refletores e placas de sinalização, de acordo com as espécies impactadas e a situação do trecho em questão. (BECK DE SOUZA, 2004).

As conclusões do Estudo de Impacto Ambiental (EIA)¹⁰ e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA)¹¹ indicaram, para as obras de duplicação e melhoramentos operacionais na BR-116/392/RS, a necessidade de:

- Implantar redutores de velocidade nos trechos em que a rodovia secciona o saco da Mangueira, o banhado de Vinte-e-Cinco e a várzea do canal São Gonçalo.

⁹ **Medidas mitigadoras:** Ações propostas com a finalidade de reduzir a magnitude ou a importância dos impactos adversos (SANCHÉZ, 2013).

¹⁰ **EIA:** Documento integrante do processo de avaliação de impacto ambiental, cuja estrutura e conteúdo devem atender aos requisitos legais estabelecidos pelo sistema de avaliação de impacto ambiental em que esse estudo deve ser avaliado e apresentado. Estudo ou relatório que examina as consequências ambientais futuras de uma ação proposta (SANCHÉZ, 2013).

¹¹ **RIMA:** Denominação dada pela regulamentação brasileira (Resolução CONAMA 1/86) ao documento que sintetiza as conclusões do estudo de impacto ambiental (SANCHÉZ, 2013).

- Realizar intervenções estruturais, nos locais onde existem pontes (Várzeas I, II e III do Canal de São Gonçalo) e no saco da Mangueira (Arroio Bolacha), garantindo as condições de trânsito de animais por debaixo das mesmas, mesmo em condições de cheia.
- Implantar passagens de fauna similares às existentes na Estação Ecológica do Taim, no banhado de Vinte-e-Cinco e adjacências, assegurando que o local fique submerso em períodos de pluviosidade acentuada.
- Implantar tela de arame com dois metros de altura na extensão do corredor de fauna.

3.7 Passagens de fauna selecionadas para este estudo

Considerando o grande número de passagens de fauna implantadas e/ou adequadas nas BR-101/SC/RS, BR-101/RN/PB/PE e BR-116/392/RS, para o desenvolvimento deste trabalho foram escolhidos alguns dispositivos, os quais foram separados em três grupos de dispositivos, de modo a contemplar as passagens de fauna localizadas, tanto na região, quanto nordeste.

Esses grupos contemplam passagens de fauna por meio de bueiros tubulares e celulares e com dimensões de 1,0m, 1,5 x 1,5m e 2,0 x 2.0m, respectivamente. Cada grupo abrange três dispositivos, com as mesmas dimensões, porém, em diferentes locais. Os dados dessas passagens podem ser verificados no Quadro 7.

Quadro 7 - Relação das passagens de fauna deste estudo

Item	Rodovia/UF	Lote	Localização	Tipo PF	Dimensão
1	BR-101/SC	22/SC	Km 245+637	A1	BSTC ϕ 1,00 m
2	BR-101/SC	23/SC	Km 247+525	A2	BSTC ϕ 1,00 m
3	BR-101/RS	30/SC	Km 455+800	A3	BSTC ϕ 1,00 m
4	BR-101/RS	01/RS	Km 14+280	B1	BSCC 1,60 x 1,60 m

Item	Rodovia/UF	Lote	Localização	Tipo PF	Dimensão
5	BR-101/RN	1	Estaca 1830 /Coord. 253516 - 9320646	B2	BSCC 1,50 x 1,50 m
6	BR-101/PB	5	Estaca 1990 / Coord. 0284024/9183773	B3	BSCC 1,50 x 1,50 m
7	BR-101/RS	04/RS	Km 79+878	C1	BSCC 2,00 x 2,00 m
8	BR-392/RS	2	Km 38,640	C2	BSCC 2,00 x 2,00 m
9	BR-101/PB	3	Estaca 1464 / Coord. 0264746/9254353	C3	BSCC 2,00 x 2,00 m

Fonte: Consolidado pela autora, 2017.

A coluna um se refere à ordem dos dispositivos, bem como indica a quantidade de passagens deste estudo. A coluna dois apresenta a informação sobre a rodovia onde cada passagem se encontra. A coluna três indica o lote, onde a passagem de fauna está inserida. A coluna quatro se refere a informações sobre a localização das passagens de fauna. A coluna cinco se refere ao grupo em que as passagens foram inseridas para este estudo. O tipo A se referem aos Bueiros Simples Tubulares de Concreto (BSTC) com diâmetro de 1,00m, o tipo B são os Bueiros Simples Celulares de Concreto (BSCC) com dimensões de 1,50 x 1,50 m e o tipo C são BSCC com dimensões de 2,00 x 2,00 m.

3.8 Custos das estruturas de passagem de fauna inferiores

Precedendo a implantação de qualquer empreendimento existem diversas atividades que demandam custos em planejamento, estudos, projetos, licenças e autorizações ambientais. As passagens de fauna demandam custos para a

realização de estudos e elaboração dos projetos de engenharia, realização de estudos ambientais para a obtenção de licenças e/ou autorizações ambientais, execução das obras.

Durante a execução das obras, também são realizadas atividades com vistas a garantir que o projeto seja executado de acordo com as técnicas e concepções indicadas no projeto. Essas atividades abrangem a realização de supervisão da execução das obras, supervisão e gestão ambiental, execução de programas ambientais, atendimento de condicionantes das licenças e/ou autorizações ambientais, entre outros.

Para se calcular esses custos dos dispositivos, ora em estudo, foram utilizados os valores referenciais do Sistema de Custos Referenciais de Obras (SICRO2) e os Custos Médios Gerenciais do DNIT. Para cada dispositivo, o valor inerente às obras, se diferem, tendo em vista que os custos referenciais do DNIT são definidos por Unidade da Federação. E, neste caso, há algumas variações entre os valores das respectivas Unidades da Federação.

Assim, os custos utilizados para o desenvolvimento do presente trabalho estão subdivididos em:

- a) Custos para a realização dos estudos ambientais, execução dos programas, da supervisão e da gestão ambiental;
- b) Custos para a realização de estudos e elaboração dos projetos de engenharia;
- c) Custos para a execução das obras;
- d) Custos para a realização das atividades de supervisão das obras.

3.8.1 Custos para a execução das obras

Os custos inerentes à execução das obras para a implantação/adaptação das passagens de fauna foram calculados com base nos custos referenciais do Sistema de Custos Rodoviários (SICRO2), Novembro/2016 (DNIT, 2016), para os estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco.

Algumas considerações utilizadas nos cálculos:

- i. Os insumos como, areia, brita e pedra foram considerados sendo obtidos em fontes comerciais.
- ii. As bocas dos bueiros foram consideradas em ângulos normais à pista de rolamento da rodovia, ou seja, formando um ângulo de 90° em relação ao eixo da rodovia.
- iii. Os custos são específicos a cada Estado, conforme se apresenta no SICRO2.
- iv. A extensão das passagens, consideradas para a análise deste trabalho, foi padronizada em 12m para cada pista. Tendo em vista que se trata de duplicação, esse valor foi multiplicado por dois, resultando em 24m de extensão para cada passagem de fauna.
- v. A quantidade de bocas das passagens¹² foi estimada em quatro por dispositivo, considerando que em cada pista de rolamento haja duas bocas, para se acessar o canteiro central entre as duas pistas de rolamento.

Os resultados e os cálculos dos custos para a execução das obras das passagens de fauna se encontram demonstrados na Tabela 1. Cálculo detalhado se encontra apresentado no Apêndice E:

Tabela 1 - Custos das obras das passagens de fauna

Item	Rodovia/UF	Localização	Tipo PF	Dimensão	Custo total obra PF (R\$)
1	BR-101/SC	Km 245+637	A1	BSTC ϕ 1,00 m	35.483,60
2	BR-101/SC	Km 247+525	A2	BSTC ϕ 1,00 m	35.483,60
3	BR-101/RS	Km 455+800	A3	BSTC ϕ 1,00 m	35.483,60
4	BR-101/RS	Km 14+280	B1	BSCC 1,60 x 1,60 m	102.478,16

¹² **Bocas de passagens de fauna:** correspondem às entradas e saídas de cada dispositivo.

Item	Rodovia/UF	Localização	Tipo PF	Dimensão	Custo total obra PF (R\$)
5	BR-101/RN	Estaca 1830 / 253516 - 9320646	B2	BSCC 1,50 x 1,50 m	93.815,52
6	BR-101/PB	Estaca 1990 / 0284024/918 3773	B3	BSCC 1,50 x 1,50 m	96.546,68
7	BR-101/RS	Km 79+878	C1	BSCC 2,00 x 2,00 m	156.562,44
8	BR-392/RS	Km 38,640	C2	BSCC 2,00 x 2,00 m	153.003,00
9	BR-101/PB	Estaca 1464 / 0264746/925 4353	C3	BSCC 2,00 x 2,00 m	146.731,12

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

As cinco primeiras colunas referem-se aos dados das passagens de fauna já detalhados anteriormente. A sexta coluna apresenta o custo total para a execução das obras das passagens de fauna.

3.8.2 Custos dos estudos, execução dos programas, da supervisão e gestão ambientais

Os custos inerentes aos estudos ambientais são compostos pelos recursos utilizados para a realização e elaboração do EIA/RIMA, elaboração do Plano Básico Ambiental (PBA) entre outros estudos necessários à obtenção das licenças e autorizações ambientais.

Quanto à execução dos programas ambientais, os custos envolvem a execução das atividades previstas nos programas e ações necessárias ao levantamento, análises dos dados e emissão de relatórios, para o órgão licenciador

e intervenientes, como Fundação Nacional do Índio (FUNAI)¹³, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)¹⁴, Fundação Palmares¹⁵, entre outros.

No que se referem à execução da supervisão e gestão ambiental, os custos abrangem as atividades de supervisão ambiental da execução das obras e execução da gestão ambiental, que inclui a execução de programas ambientais, das ações junto às construtoras e ao Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), órgão responsável pelo licenciamento Ambiental das obras, onde as passagens de fauna em estudo estão inseridas.

De acordo com os Custos Médios Gerenciais do DNIT (DNIT, 2013), as atividades ambientais equivalem a um percentual de 5,25 dos custos dos serviços para a execução das obras das passagens de fauna. Esses valores abrangem custos para a realização dos estudos, elaboração dos programas ambientais, obtenção de licenciamento e autorizações ambientais e execução das atividades de supervisão e gestão ambiental.

Desta forma, o valor para a realização das atividades acima citadas é de 5,25 % dos custos calculados para as obras em cada dispositivo, cujos resultados estão demonstrados na Tabela 2.

¹³ **FUNAI:** Coordena e executa as políticas indigenistas do Governo federal, protegendo e promovendo os direitos dos povos indígenas.

¹⁴ **ICMBio:** Executa as ações do Sistema de Unidades de Conservação, propondo, implantando, gerindo, protegendo, fiscalizando e monitorando as Unidades de Conservação instituídas pela União.

¹⁵ **Fundação Palmares:** Promove e preserva a cultura afro-brasileira.

Tabela 2 - Custos ambientais das passagens de fauna

Item (1)	Rodovia/UF (2)	Localização (3)	Tipo PF (4)	Dimensão (5)	CTO¹⁶ PF (R\$) (6)	Custos ambientais (5,25% obra) (R\$) (7)
1	BR-101/SC	Km 245+637	A1	BSTC ϕ 1,00 m	35.483,60	1.862,89
2	BR-101/SC	Km 247+525	A2	BSTC ϕ 1,00 m	35.483,60	1.862,89
3	BR-101/RS	Km 455+800	A3	BSTC ϕ 1,00 m	35.483,60	1.862,89
4	BR-101/RS	Km 14+280	B1	BSCC 1,60 x 1,60 m	102.478,1 6	5.380,10
5	BR-101/RN	Estaca 1830 / 253516 -	B2	BSCC 1,50 x 1,50 m	93.815,52	4.925,31
6	BR-101/PB	Estaca 1990 / 0284024/918	B3	BSCC 1,50 x 1,50 m	96.546,68	5.068,70
7	BR-101/RS	Km 79+878	C1	BSCC 2,00 x 2,00 m	156.562,4 4	8.219,53
8	BR-392/RS	Km 38,640	C2	BSCC 2,00 x 2,00 m	153.003,0 0	8.032,66
9	BR-101/PB	Estaca 1464 / 0264746/925	C3	BSCC 2,00 x 2,00 m	146.731,1 2	7.703,38

Fonte: Elaborada pela autora, 2017.

¹⁶ CTO = Custo total de obras das passagens de fauna

As 1, 2, 3, 4 e 5 referem-se a dados das obras, como rodovias, localização, tipo de passagem de fauna designado para este estudo e a coluna 5 apresenta as dimensões dos dispositivos. A coluna 6 refere-se aos custos das obras, calculados anteriormente (Tabela 1). O cálculo foi realizado considerando o percentual dos custos médios gerenciais adotados pelo DNIT para estimar o valor dos referidos serviços. Esse percentual corresponde a 5,25% sobre o custo das obras, cujo resultado consta na coluna 7.

3.8.3 Custos dos estudos e elaboração dos projetos de engenharia

Os custos necessários à realização de estudos e elaboração dos projetos de engenharia foram estimados com base nos valores médios referenciais estabelecidos pelos Custos Médios Gerenciais, mês base: janeiro/2016 (DNIT, 2013), referente à elaboração de projetos para implantação e pavimentação.

Os cálculos dos custos foram considerados como rodovia em pista simples e como duplicação ou melhoramentos para adequação de capacidade, tendo em vista que as quantidades adotadas consideraram dois dispositivos em cada local, ou seja, foi considerado dois dispositivos como se fossem em pista simples, uma vez que entre as duas pistas existem um canteiro central onde as passagens de fauna sofrem descontinuidade.

Considerando que os custos para a realização de estudos e elaboração de projetos de engenharia, conforme Custos Médios Gerenciais do DNIT são calculados por quilômetro, sendo R\$ 40.300,00 por km e que as estruturas de passagens de fauna estão localizadas em um ponto específico da rodovia, sendo a rodovia um empreendimento linear, considerou-se que cada dispositivo corresponda a uma extensão de 1,0 km.

Assim, a realização de estudos e elaboração do projeto de engenharia, de cada passagem de fauna, corresponde a R\$ 40.300,00 (quinhentos e sessenta e quatro mil e duzentos reais), conforme demonstramos na Tabela 3.

Tabela 3 - Custos dos estudos e projetos de engenharia das passagens de fauna

Item (1)	Rodovia/UF (2)	Localização (3)	Tipo PF (4)	Dimensão (5)	Extensão (km) (6)	CTEP¹⁷ PF (7)
1	BR-101/SC	Km 245+637	A1	BSTC ϕ 1,00 m	1,0	40.300,00
2	BR-101/SC	Km 247+525	A2	BSTC ϕ 1,00 m	1,0	40.300,00
3	BR-101/RS	Km 455+800	A3	BSTC ϕ 1,00 m	1,0	40.300,00
4	BR-101/RS	Km 14+280	B1	BSCC 1,60 x 1,60 m	1,0	40.300,00
5	BR-101/RN	Estaca 1830 / 253516 - 9320646	B2	BSCC 1,50 x 1,50 m	1,0	40.300,00
6	BR-101/PB	Estaca 1990 / 0284024/9183773	B3	BSCC 1,50 x 1,50 m	1,0	40.300,00
7	BR-101/RS	Km 79+878	C1	BSCC 2,00 x 2,00 m	1,0	40.300,00
8	BR-392/RS	Km 38,640	C2	BSCC 2,00 x 2,00 m	1,0	40.300,00
9	BR-101/PB	Estaca 1464 / 0264746/9254353	C3	BSCC 2,00 x 2,00 m	1,0	40.300,00

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

As cinco primeiras colunas (1, 2, 3, 4 e 5) se referem aos dados de localização das passagens de fauna, conforme exposto anteriormente. A coluna 6 trata da extensão de 1,0 km para cada passagem de fauna. Essa consideração foi aplicada de modo que, apesar dos dispositivos não abrangerem esta extensão, estejam abrangidas uma área satisfatória para a realização dos estudos e elaboração dos projetos de engenharia. Os valores indicados para a realização dos estudos e elaboração dos projetos de engenharia foram obtidos junto ao custo médio gerencial do DNIT.

¹⁷ CTEPE = Custos totais dos estudos e projetos de engenharia

3.8.4 Custos da execução da supervisão das obras

Os custos para a realização da supervisão das obras para implantação/adequação das passagens de fauna em estudo foram estimados a partir dos valores contidos nos Custos Médios Gerenciais do DNIT (DNIT, 2013), data base janeiro/2016, o qual estabeleceu o percentual de 4,3% sobre os custos para a execução das obras.

Desta forma, os custos inerentes às atividades de supervisão das obras, estimado neste trabalho, correspondem a 4,3% do valor de cada dispositivo, cujos cálculos e resultados podem ser verificados na Tabela 4.

Tabela 4 - Custos para a supervisão de obras

Item (1)	Rodovia/UF (2)	Localização (3)	Tipo PF¹⁸ (4)	Dimensão (5)	VTO¹⁹ PF (R\$) (6)	CSO²⁰ (4,3% obra) (R\$) (7)
1	BR-101/SC	Km 245+637	A1	BSTC ϕ 1,00 m	35.483,60	1.525,79
2	BR-101/SC	Km 247+525	A2	BSTC ϕ 1,00 m	35.483,60	1.525,79
3	BR-101/RS	Km 455+800	A3	BSTC ϕ 1,00 m	35.483,60	1.525,79
4	BR-101/RS	Km 14+280	B1	BSCC 1,60 x 1,60 m	102.478,16	4.406,56
5	BR-101/RN	Estaca 1830 / 253516 -	B2	BSCC 1,50 x 1,50 m	93.815,52	4.034,07
6	BR-101/PB	Estaca 1990 / 0284024/9183773	B3	BSCC 1,50 x 1,50 m	96.546,68	4.151,51

¹⁸ PF = Passagem de fauna

¹⁹ VTO = Valor total da obra das passagens de fauna

²⁰ CSO = Custo da supervisão de obras das passagens de fauna

Item (1)	Rodovia/UF (2)	Localização (3)	Tipo PF ¹⁸ (4)	Dimensão (5)	VTO ¹⁹ PF (R\$) (6)	CSO ²⁰ (4,3% obra)
7	BR-101/RS	Km 79+878	C1	BSCC 2,00 x 2,00 m	156.562,44	6.732,18
8	BR-392/RS	Km 38,640	C2	BSCC 2,00 x 2,00 m	153.003,00	6.579,13
9	BR-101/PB	Estaca 1464 / 0264746/9254353	C3	BSCC 2,00 x 2,00 m	146.731,12	6.309,44

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

As cinco primeiras colunas correspondem aos dados sobre a localização e dimensões das passagens de fauna. A coluna 6 apresenta os custos para a execução das obras das passagens de fauna. E os custos necessários para a execução da supervisão das obras se encontram demonstrado na coluna 7.

Custos sociais advindos de atropelamentos da fauna, como custos com a perda da fauna, custos com acidentes (dano aos veículos, à rodovia, custos com atendimentos hospitalares, mobilização de pessoal de serviços públicos (bombeiros, polícia rodoviária), custos com os congestionamentos de trânsito em razão de acidentes, custos com a perda de vidas humanas, etc. não foram contemplados neste estudo).

3.9 Efeitos proporcionados pelas passagens de fauna

Diversos estudos, que tratam de impactos das rodovias sobre a fauna, no âmbito de empreendimentos lineares, discriminam vários efeitos negativos causados pelas rodovias sobre a fauna. Entretanto, poucos estudos têm buscado analisar a efetividade dos benefícios dessas medidas após a sua implantação.

Grilo *apud* Bager (2012) afirma que o volume de tráfego e as características associadas às estradas podem funcionar como barreiras ou filtros, aos movimentos diários, à migração, à dispersão de indivíduos e, deste modo, ao intercâmbio genético em algumas espécies, por meio da destruição do habitat, da morte por atropelamento ou pelo simples comportamento de repulsa em relação a essas estruturas (JAEGER *et al.*, 2005 *apud* GRILLO; BAGER, 2012).

No caso das obras de duplicação e melhoramentos das BR-101/SC/RS, BR-101/RN/PB/PE e BR-116/RS e BR-392/RS, os impactos negativos sobre a fauna existente na região, de um modo geral, compreendem:

- Perda de habitats para diversas espécies residentes e adaptadas ao ambiente nas margens da rodovia.
- Redução das áreas de usos dos animais silvestres. Com tendência de deslocamento das espécies moradoras ao longo da faixa de domínio da rodovia para outros locais com habitat mais adequado, podendo gerar competição com populações previamente estabelecidas.
- Aumento do índice de atropelamento de animais.

Considerando que as medidas propostas pelos estudos ambientais visam ações para mitigar os impactos negativos das rodovias sobre a fauna, por meio da implantação ou adequação de dispositivos para permitir a travessia da fauna sob as rodovias, os benefícios escolhidos para serem avaliados neste trabalho, compreendem os efeitos positivos decorrentes da implantação das passagens de fauna, ou seja, redução do número de atropelamentos e aumento da quantidade de animais que utilizam as passagens. No Quadro 8 são apresentados o número de atropelamentos e a quantidade de animais que utilizam as passagens de fauna em estudo neste trabalho.

Quadro 8 - Fauna atropelada e fauna que utilizam as passagens de fauna

Item (1)	Rodovia/UF (2)	Localização (3)	Tipo PF ²¹ (4)	Nº atropelamento (acumulado) (5)	Espécies (6)	Qtd. utilizada PF (acumulada) (7)
1	BR-101/SC	Km 245+637	A1	9,00	5 aves, 3 mamíferos e 1 réptil	8,0
2	BR-101/SC	Km 247+525	A2	1,00	1 ave	0,00
3	BR-101/RS	Km 455+800	A3	8,00	6 mamíferos e 2 anfíbios	0,0
4	BR-101/RS	Km 14+280	B1	8,00	4 mamíferos, 2 réptil e 2 ave	12,00
5	BR-101/RN	Estaca 1830 / 253516 - 9320646	B2	3,00	Não identificado	5,00
6	BR-101/PB	Estaca 1990 / 0284024/918 3773	B3	3,00	Não identificado	5,00
7	BR-101/RS	Km 79+878	C1	3,00	4 aves, 3 mamíferos e 1 réptil	5,00
8	BR-392/RS	Km 38,640	C2	12,00	Não identificado	4,00
9	BR-101/PB	Estaca 1464 / 0264746/925 4353	C3	3,00	Não identificado	5,00

Fonte: Relatório de atividades das gestoras ambientais

²¹ PF = Passagem de fauna

3.10 Análise Custo-Efetividade das passagens de fauna

De posse dos custos para a execução das obras das passagens de fauna, para a realização dos estudos ambientais, dos estudos e projetos de engenharia, custos para a execução dos programas ambientais e custos para a execução da supervisão ambiental e de obras, juntamente com o número de atropelamentos e o número de utilização das passagens de fauna foram calculados o índice de custo-efetividade e o valor custo-efetividade das passagens de fauna.

A Tabela 5 demonstra as passagens de fauna, os custos para a sua implantação, o número de atropelamentos de fauna, acumulados no período monitorado e o número de espécies da fauna que utilizaram cada tipo de passagem de fauna, em valores acumulados ao longo dos monitoramentos realizados, indicados pela localização de cada uma, bem como os resultados dos cálculos de custo-efetividade.

Tabela 5 - Análise Custo-Efetividade das passagens de fauna

Item (1)	Rodovia/UF (2)	Localização (3)	Tipo PF ²² (4)	Dimensão (5)	Custo total p/ PF (R\$) (6)	Nº atropelamento acumulada (7)	Total de campanha (8)	Quantidade fauna utiliza PF acumulada (9)	Campanha (10)	Índice de efetividade (%) (11)	Custo-efetividade (12)
1	BR-101/SC	Km 245+637	A1	BSTC ϕ 1,00 m	79.172,28	9,00	62ª campanha	8,0	19ª campanha	0,89	70.375,36
2	BR-101/SC	Km 247+525	A2	BSTC ϕ 1,00 m	79.172,28	1,00	62ª campanha	0,00	19ª campanha	0,00	0,0
3	BR-101/RS	Km 455+800	A3	BSTC ϕ 1,00 m	79.172,28	8,00	62ª campanha.	0,00	19ª campanha	0,00	0,0
4	BR-101/RS	Km 14+280	B1	BSCC 1,60 x 1,60 m	152.564,82	8,00	62ª campanha	12,00	19ª campanha	1,50	228.847,24
5	BR-101/RN	Estaca 1830 / 253516 - 9320646	B2	BSCC 1,50 x 1,50 m	143.074,90	3,00	60ª campanha	5,00	18ª campanha	1,67	238.458,17

²² PF = Passagem de fauna

Item (1)	Rodovia/UF (2)	Localização (3)	Tipo PF ²² (4)	Dimensão (5)	Custo total p/ PF (R\$) (6)	Nº atropelamento acumulada (7)	Total de campanha (8)	Quantidade fauna utiliza PF acumulada (9)	Campanha (10)	Índice de efetividade (%) (11)	Custo-efetividade (12)
6	BR-101/PB	Estaca 1990 / 0284024/9183773	B3	BSCC 1,50 x 1,50 m	146.066,89	3,00	60ª campanha	5,00	18ª campanha	1,67	243.444,81
7	BR-101/RS	Km 79+878	C1	BSCC 2,00 x 2,00 m	211.814,15	3,00	62ª campanha	5,00	19ª campanha	1,67	353.023,59
8	BR-392/RS	Km 38,640	C2	BSCC 2,00 x 2,00 m	207.914,79	12,00	33ª campanha	4,00	33ª campanha	0,33	69.304,93
9	BR-101/PB	Estaca 1464 / 0264746/9254353	C3	BSCC 2,00 x 2,00 m	201.043,94	3,00	60ª campanha	5,00	18ª campanha	1,67	335.073,24

Fonte: Elaborada pela autora, 2017.

Memória de cálculo:

Índice de custo-efetividade = coluna 9 / coluna 7

Custo-efetividade = coluna 7 x coluna 11

De acordo com os resultados obtidos para a Análise Custo-Efetividade das passagens de fauna, o maior valor custo-efetivo predomina para o tipo C, com resultados muito próximos aos valores encontrados para o tipo B.

Se compararmos a quantidade de atropelamentos versus quantidade de animais que utilizam as passagens de fauna, o tipo B apresenta maior número de indivíduos utilizando a passagem de fauna do que o tipo C.

Em termos de atropelamentos, o tipo C, além de registrar menor quantidade de espécies da fauna utilizando o dispositivo, apresenta maior número de animais atropelados em suas proximidades.

Dessa forma, em uma análise geral, infere-se que os tipos B e C apresentam resultados semelhantes, sendo mais custo-efetivos do que o tipo A.

a) Resultados para as passagens tipo A (BSTC ϕ 1,0 m)

As passagens de fauna do tipo A, estão subdivididas em A1, A2, e A3 e se encontram localizadas nos Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, no km 245+637 (A1), km 247+525 (A2) e km 455+800 (A3).

Os resultados dos cálculos demonstram que a passagem tipo A1 apresenta nove registros de atropelamentos e oito espécies que estavam utilizando a referida passagem e com isso, o índice de efetividade foi igual a 89%.

Assim, para a passagem tipo **A1** tem-se o valor de R\$ 79.172,28 (setenta e nove mil, cento e setenta e dois reais e vinte e oito centavos) inerente ao custo total para a consecução do empreendimento, que inclui os custos dos estudos e projetos de engenharia (R\$ 40.300,00), custos dos estudos ambientais para a obtenção das licenças e autorizações ambientais (R\$ 1.862,89), custos da execução da supervisão de obras (R\$ 1.525,79) e custos para a execução das obras (R\$ 35.483,60). Diante desses dados, o índice de efetividade encontrado 89% resultou no valor custo-efetivo de R\$ 70.375,36 (setenta mil trezentos e setenta e cinco reais e trinta e seis centavos).

Para a passagem tipo **A2**, foi registrado um indivíduo atropelado contra nenhuma espécie registrada utilizando o dispositivo. Com esses dados, o índice de

efetividade foi de zero e também, zero para o valor custo-efetividade para este dispositivo.

No caso do dispositivo tipo **A2**, o custo total para a execução da passagem de fauna é de R\$ 79.172,28 (setenta e nove mil, cento e setenta e dois reais e vinte e oito centavos) inerente ao custo total para a consecução do empreendimento, que inclui os custos dos estudos e projetos de engenharia (R\$ 40.300,00), custos dos estudos ambientais para a obtenção das licenças e autorizações ambientais (R\$ 1.862,89), custos da execução da supervisão de obras (R\$ 1.525,79) e custos para a execução das obras (R\$ 35.483,60). Assim, para esse dispositivo (A3), o índice de efetividade encontrado foi zero e em consequência, o valor custo-efetivo também, é zero.

No caso da passagem de fauna tipo **A3**, o registro aponta oito atropelamentos ocorridos em suas imediações e nenhum indivíduo encontrado utilizando a referida passagem. Assim, o índice de efetividade e o valor de custo-efetividade foram iguais a zero.

O custo total para a execução da passagem de fauna tipo **A3** é de R\$ 79.172,28 (setenta e nove mil, cento e setenta e dois reais e vinte e oito centavos) inerente ao custo total para a consecução do empreendimento, que inclui os custos dos estudos e projetos de engenharia (R\$ 40.300,00), custos dos estudos ambientais para a obtenção das licenças e autorizações ambientais (R\$ 1.862,89), custos da execução da supervisão de obras (R\$ 1.525,79) e custos para a execução das obras (R\$ 35.483,60). Quanto à fauna atropelada, bem como a utilização, este dispositivo apresentou valores iguais à zero. Neste sentido, o índice de efetividade e o valor custo-efetividade encontrados são iguais à zero.

b) Resultados para as passagens tipo B

As passagens de fauna deste grupo (B1, B2 e B3) trata-se de bueiros celulares simples com as dimensões de 1,5 x 1,5 m e estão localizadas nos Estados do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Norte e Paraíba. Os resultados dos cálculos destes dispositivos demonstram que as passagens de fauna classificadas neste grupo apresentam o valor custo-efetivo médio, comparado aos demais tipos avaliados.

A passagem de fauna tipo **B1** apresentou o custo de R\$ 152.564,82 (cento e cinquenta e dois mil, quinhentos e sessenta e quatro reais e oitenta e dois centavos para a execução das obras, que inclui os custos dos estudos e projetos de engenharia (R\$ 40.300,00), custos dos estudos ambientais para a obtenção das licenças e autorizações ambientais (R\$ 5.380,10), custos da execução da supervisão de obras (R\$ 4.406,56) e custos para a execução das obras (R\$ 102.478,16).

Quanto ao registro de fauna atropelada, este dispositivo apresentou um total de oito (8) indivíduos encontrados atropelados nas adjacências. Quanto à utilização, a referida passagem apresentou doze (12) indivíduos que foram identificados utilizando o referido dispositivo. Diante desses dados, o índice de efetividade encontrado foi de 150% e o valor custo-efetividade calculado foi de R\$ 228.847,24 (duzentos e vinte e oito mil, oitocentos e quarenta e sete reais e vinte e quatro centavos).

A passagem de fauna tipo **B2** apresenta o valor de R\$ 143.074,90 (cento e quarenta e seis mil, setenta e quatro reais e noventa centavos) para a implantação do empreendimento, incluindo os custos dos estudos e projetos de engenharia (R\$ 40.300,00), custos dos estudos ambientais para a obtenção das licenças e autorizações ambientais (R\$ 4.925,31), custos da execução da supervisão de obras (R\$ 4.034,07) e custos para a execução das obras (R\$ 98.815,52).

Quanto à fauna atropelada, próximo a este dispositivo foram encontrados três (3) indivíduos atropelados. No que se refere à utilização, a referida passagem apresenta cinco (5) indivíduos detectados utilizando o referido dispositivo. Diante desses dados, o índice de efetividade encontrado foi de 167% e o valor custo-efetivo é de R\$ 238.458,17 (duzentos e trinta e oito mil, quatrocentos e cinquenta e oito reais e dezessete centavos).

O dispositivo tipo **B3** apresenta o valor de R\$ 146.066,89 (cento e quarenta e seis mil, setenta e quatro reais e noventa centavos) para a implantação do empreendimento, incluindo os custos dos estudos e projetos de engenharia (R\$ 40.300,00), custos dos estudos ambientais para a obtenção das licenças e autorizações ambientais (R\$ 5.068,70), custos da execução da supervisão de obras (R\$ 4.151,51) e custos para a execução das obras (R\$ 96.546,68).

Quanto à fauna atropelada, este dispositivo apresentou a mesma situação do dispositivo B2, ou seja, foram identificados três (3) indivíduos atropelados. No que se refere à utilização, a referida passagem apresentou cinco (5) indivíduo utilizando o referido dispositivo. Diante desses dados, o índice de efetividade encontrado foi de 167% e o valor custo-efetivo foi de R\$ 243.444,81 (duzentos e quarenta e três mil, quatrocentos e quarenta e quatro reais e oitenta e um centavos).

c) Resultados para as passagens tipo C

A passagem de fauna tipo **C1** apresentou um custo total de R\$ 211.814,15 (duzentos e onze mil, oitocentos e quatorze reais e quinze centavos) para a implantação do dispositivo, incluindo os custos dos estudos e projetos de engenharia (R\$ 40.300,00), custos dos estudos ambientais para a obtenção das licenças e autorizações ambientais (R\$ 8.219,53), custos da execução da supervisão de obras (R\$ 6.732,18) e custos para a execução das obras (R\$ 156.562,44).

Nas proximidades deste dispositivo foram encontrados três (3) indivíduos atropelados. No que se refere à utilização, a quantidade de indivíduos identificados utilizando o dispositivo foi de cinco (5) espécies. Diante desses dados, o índice de efetividade calculado foi de 167% e o valor custo-efetivo foi de R\$ 353.023,59 (trezentos e cinquenta e três mil, vinte e três reais e cinquenta e nove centavos).

O dispositivo tipo **C2** apresentou um custo total de R\$ 207.914,79 (duzentos e sete mil, novecentos e quatorze reais e setenta e nove centavos), que inclui custo dos estudos ambientais necessários para a obtenção de licenças e autorizações ambientais (R\$ 8.032,66), custos dos estudos e projetos de engenharia (R\$ 40.300,00), custos para a realização da supervisão da execução das obras (R\$ 6.579,13).

Os dados de atropelamento identificados correspondem a doze (12) indivíduos registrados durante o monitoramento realizado. O grande número de espécies atropelada nas proximidades desta passagem de fauna pode estar diretamente associada às características da região, uma vez que o dispositivo se encontra numa

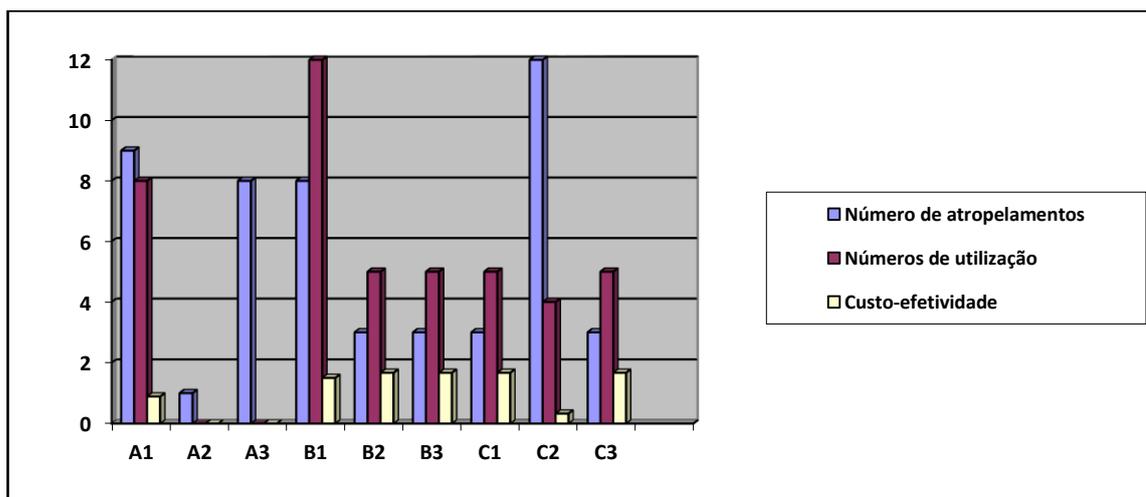
região denominada de Mata Paludosa, ou seja, uma região de banhado²³. Quanto à utilização das passagens de fauna, quatro (4) indivíduos foram registrados utilizando a passagem de fauna. Com esses dados, o índice de efetividade obtido foi de 33%, resultando no valor de custo-efetividade igual a 69.304,93.

Na passagem de fauna tipo **C3**, o custo total para a implantação desse dispositivo corresponde a R\$ 201.043,94 (duzentos e um mil, quarenta e três reais e noventa e quatro centavos), que inclui custo dos estudos ambientais necessários para a obtenção de licenças e autorizações ambientais (R\$ 7.703,38), custos dos estudos e projetos de engenharia (R\$ 40.300,00), custos para a realização da supervisão da execução das obras (R\$ 6.309,44).

Os atropelamentos registrados foram três (3) e o número de indivíduos registrados utilizando as passagens de fauna foi de cinco (5). O índice de efetividade obtido para este dispositivo foi de 167% resultando no valor de custo-efetividade igual a 335.073,24 (trezentos e trinta e cinco mil, setenta e três reais e vinte e quatro centavos).

O Gráfico 1 demonstra o valor custo-efetividade, conforme cálculos contidos na Tabela 6, comparados com o número de atropelamentos de fauna registrados em cada dispositivo e a quantidade de espécies encontradas utilizando os dispositivos.

Gráfico 1 - Dados de atropelamento, utilização das passagens de fauna e custo-efetividade.



²³ **Banhado**: são ambientes naturais alagados permanente ou temporariamente, situados na transição entre os meios aquático e terrestre (EIA/RIMA da BR 116/392/RS., 2004).

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

3.11 Discussão dos resultados

Verifica-se que os dispositivos enquadrados no tipo B, especialmente o dispositivo B1, apresenta um valor alto de utilização do dispositivo em relação ao demais. Por outro lado, o dispositivo C2 apresenta destaque no valor do número de atropelamentos.

Calculando-se a média aritmética dos valores de custo-efetividade para cada tipo de dispositivo tem-se:

- a) Tipo A (BSTC ϕ 1,0m) = $(70.375,3 + 0,0 + 0,0) / 3 = 23.458,45$ (vinte e três mil, quatrocentos e cinquenta e oito reais e quarenta e cinco centavos);
- b) Tipo B (BSCC 1,5 x 1,5m) = $(228.847,24 + 238.458,17 + 243.444,81) / 3 = 236.916,74$ (duzentos e trinta e seis mil, novecentos e dezesseis reais e setenta e quatro reais);
- c) Tipo C (BSCC 2,0 x 2,0m) = $(353.023,59 + 69.304,93 + 335.073,24) / 3 = 252.467,25$ (duzentos e cinquenta e dois mil, quatrocentos e sessenta e sete reais e vinte e cinco centavos).

Calculando-se a média dos custos para a execução das passagens de fauna (R\$ 79.172,28 + R\$ 79.172,28 + R\$ 79.172,28 + R\$ 152.564,82 + R\$ 143.074,90 + R\$ 146.066,89 + R\$ 211.814,15 + R\$ 207.914,79 + R\$ 201.043,94) tem-se o somatório igual a R\$ 1.299.996,33. De posse desses valores, a média equivale a R\$ 144.444,04 e com o desvio padrão de 55.478,01.

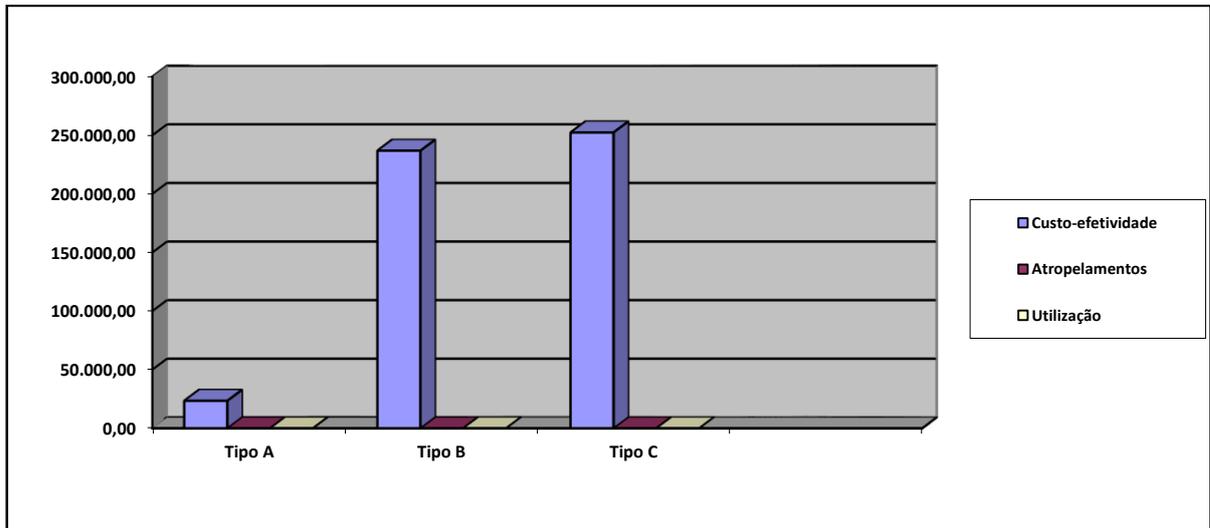
Adotando-se a mesma premissa para os valores calculados de custo-efetividade tem-se o somatório de 1.538.527,34, a média igual a 170.947,48 e 137.907,10 de desvio padrão.

Os atropelamentos totais e de indivíduos utilizando cada grupo de tipos de dispositivo tem-se:

- a) Tipo A (BSTC ϕ 1,0m) = 18 atropelamentos e oito (8) utilizações
- b) Tipo B (BSCC 1,5 x 1,5m) = 14 atropelamentos e 22 utilizações
- c) Tipo C (BSCC 2,0 x 2,0m) = 18 atropelamentos e 14 utilizações.

O Gráfico 2 demonstra as médias dos valores de custo-efetividade, dos atropelamentos e de utilização das passagens de fauna por tipo de dispositivo, ou seja, tipo A, B e C:

Gráfico 2 - Custo-efetividade, atropelamentos e utilização.



Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

Verificando-se os valores médios por tipo de passagem, nota-se que o dispositivo que maior custo-efetividade apresenta é a passagem de fauna tipo C, cujas dimensões são 2,0 x 2,0m. No entanto, o tipo B, apresenta o valor custo-efetividade muito próximo ao tipo C, ou seja, também, apresenta bom desempenho.

Apesar da quantidade de atropelamentos para o tipo B ser menor e a quantidade de utilização ser maior que o tipo C, que apresenta menor quantidade de espécies da fauna utilizando o dispositivo e maior número de animais atropelados em suas proximidades, infere-se que os dispositivos tipos B e C, apresentam bons índices de custo-efetividade, situação que não oferecida pelo dispositivo tipo A.

Observa-se que as periodicidades de levantamento dos dados de atropelamentos de fauna e do registro da utilização das passagens de fauna apresentam pequena variação em cada empreendimento, conforme detalhamento a seguir:

1. BR 101/SC/RS: as atividades de monitoramento de atropelamentos, para este empreendimento, são realizadas mensalmente. Os dados utilizados neste estudo compreenderam o período de abril de 2011 a maio de 2016 e perfizeram um total de 62 campanhas relativas aos

atropelamentos de fauna e 19 campanhas para verificar a utilização das passagens de fauna. Dessa forma, os levantamentos abrangem todos os meses do ano, ou seja, períodos secos e chuvosos.

2. BR 116/392/RS: as atividades de monitoramento deste empreendimento são realizadas bimestralmente. Os dados adotados neste trabalho referem-se ao período de fevereiro de 2011 a dezembro de 2016, correspondendo a 33 campanhas realizadas, tanto para o levantamento de atropelamentos quanto de utilização das passagens de fauna. Neste caso, com menos frequência de coleta de dados, porém, as coletas abrangem tanto a estação seca quanto chuvosa do ano.
3. BR 101//RN/PB/PE: as atividades de monitoramento do presente empreendimento são realizadas durante dois meses por ano (agosto e setembro) de cada ano. Nesse período foram realizadas 60 campanhas de atropelamentos de fauna e 18 de monitoramento das passagens de fauna. No caso deste empreendimento, as coletas abrangeram o final do período chuvoso na região.

Os monitoramentos, tanto da utilização das passagens de fauna quanto dos atropelamentos, foram realizados com metodologias executivas diferenciadas, ou seja, abrangeram níveis de periodicidade diferentes, entre os três empreendimentos, conforme discriminado acima. Entretanto, todas as passagens de fauna do tipo A estão localizadas na BR 101/SC, que são monitoradas mensalmente e cujos resultados de atropelamentos apresenta pouca quantidade em suas proximidades, mas apresenta muito baixa quantidade de animais utilizando as referidas passagens.

Os dispositivos localizados nas BR 101/SC/RS e BR 101/RN/PB/PE apresentam quantidades de campanhas de monitoramentos muito semelhantes e, portanto, não há grandes distorções em relação ao tempo de coleta dos dados analisados.

O destaque é o dispositivo localizado na BR 116/392/RS, que possui quase a metade do número de campanhas, ou seja, são 33 levantamentos realizados e o número de atropelamentos registrados supera todos os registros dos demais dispositivos, sendo 12 indivíduos encontrados atropelados próximo ao dispositivo. Desse número, tem-se uma ave, sete mamíferos e quatro (4) répteis. E apenas quatro (4) indivíduos utilizando a passagem.

A colocação de telamento direcionador em toda a extensão da Mata Paludosa e/ou banhado associado, que se encontrava em processo inicial de execução, foi uma das recomendações apresentadas pela equipe técnica que realizou o monitoramento para este local em função dos resultados dos registros de atropelamentos. Portanto, pode-se concluir que, talvez, o problema não seja apenas o tipo e/ou dimensão da passagem, mas ausência de complementos com a cerca direcionadora da fauna, já que o dispositivo se encontra em local propício à presença de animais silvestres.

Com relação à passagem de fauna localizada no km 245+637, tipo A1, o alto índice de atropelamentos registrados em suas proximidades, conforme avaliações dos técnicos que fizeram os monitoramentos podem estar associadas à ausência de cercas de direcionamento. Nas proximidades foram registrados, no total, nove atropelamentos, sendo cinco (5) aves, três (3) mamíferos e um réptil. Ou seja, o número mais representativo de atropelados neste local é o de aves que não costumam utilizar as passagens para realização de travessia na rodovia.

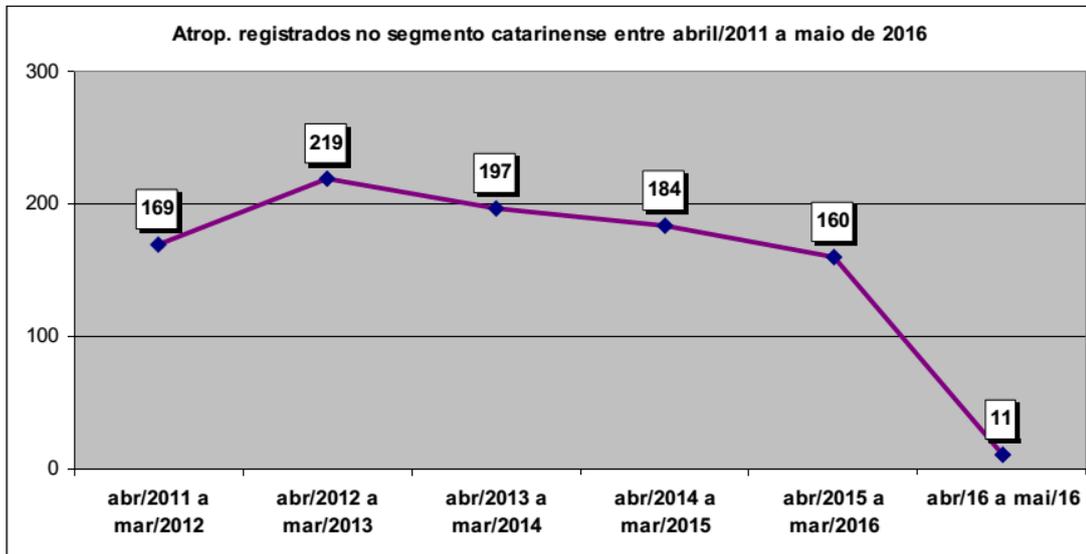
A passagem de fauna localizada no km 247+525, tipo A2, registrou apenas um atropelamento em suas adjacências, no período avaliado e não identificou nenhum indivíduo utilizando o dispositivo. Essa ocorrência pode estar associada a fatores, além do formato e dimensões do dispositivo, como “efeito evitação”.

Nas proximidades da passagem de fauna localizada no km 455+800 da BR 101/SC (Tipo A3) foram registrados 8 atropelamentos fatais. E o monitoramento quanto à utilização do referido dispositivo não retornou nenhum resultado. As conclusões do monitoramento, emitidas, pela equipe técnica que realizou os levantamentos, é que os atropelamentos, nas proximidades deste dispositivo, podem ter relação com a pequena dimensão das passagens de fauna para mamíferos de médio e grande porte, bem como pela implantação, com uma distribuição inadequada na paisagem. Uma das sugestões apresentadas é a colocação de telamento com altura não inferior a 1,60m. Dessa observação, infere-se que a dimensão da passagem de fauna não seja a mais adequada às espécies locais.

Entretanto, considerando os dados obtidos, no período de abril de 2011 a maio de 2016, verifica-se que houve redução do número de atropelamentos ao longo do

período. O Gráfico 3 demonstra a quantidade de atropelamentos registrada, no segmento da BR 101/SC, no período citado.

Gráfico 3 - Número de registro de fauna atropelada entre abril/2011 a maio/2016 - SC

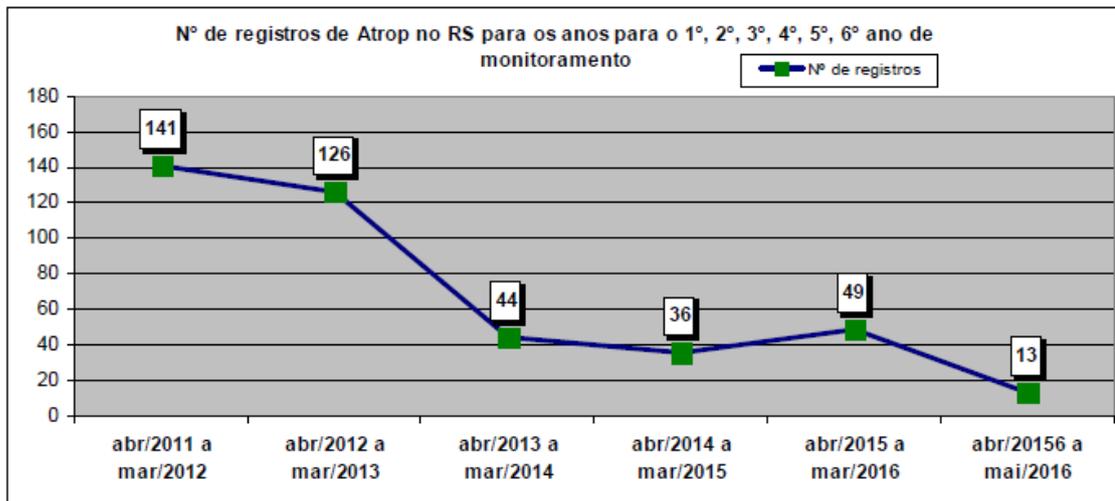


Fonte: 62º Relatório de Campanha de Fauna (CONSÓRCIO CONCREMAT, TECNOSOLO & WOELEYPARSONS, 2016).

Conforme pode ser observado no Gráfico 3 e avaliação registrada, nos relatórios de monitoramentos dos atropelamentos, a decadência do número de atropelamentos ocorrida a partir de 2015 se deve ao fato das passagens de fauna estarem com suas obras concluídas.

No caso do Estado do Rio Grande do Sul, os resultados dos monitoramentos realizados no período de abril de 2011 a maio de 2016 também demonstram declínio da quantidade de fauna atropelada registrada ao longo das obras de duplicação e melhoramentos, conforme pode ser verificado no Gráfico 4.

Gráfico 4 - Número de registros de atropelamentos de fauna entre abril/2011 a maio/2016 no RS



Fonte: 62º Relatório de Campanha de Fauna (CONSÓRCIO CONCREMAT, TECNOSOLO & WORLEYPARSONS, 2016).

A passagem de fauna localizada no km 14+280 (Tipo B1), no subtrecho da BR 101/RS foi o dispositivo que apresentou melhor resultado em termos de quantidade de indivíduos utilizando o dispositivo (12), contra oito (8) atropelamentos registrados nas proximidades. De acordo com as avaliações da equipe técnica que realizou os monitoramentos, esse resultado positivo (utilização) é confirmado pelos telamentos implantados nas imediações das passagens. Considerando a avaliação individual do dispositivo, este é o que se mostrou com maior retorno custo-efetivo.

O outro dispositivo localizado no Estado do Rio Grande do Sul, objeto deste estudo, está localizado no km 79+878 da BR 101/RS, lote 04/RS de obras. De acordo com os resultados dos monitoramentos, os atropelamentos registrados em sua proximidade são baixos, pois, na conclusão dos técnicos que realizaram os levantamentos, as passagens de fauna deste lote de obras possuem distribuição adequada na paisagem e apresentam dimensões ideais para a travessia de animais de grande porte. Infere que os atropelamentos registrados devem ocorrer devido circulação da fauna ao longo da rodovia, em trechos sem a presença de cercas-guia, uma vez que não é possível realizar o telamento de todo o lote.

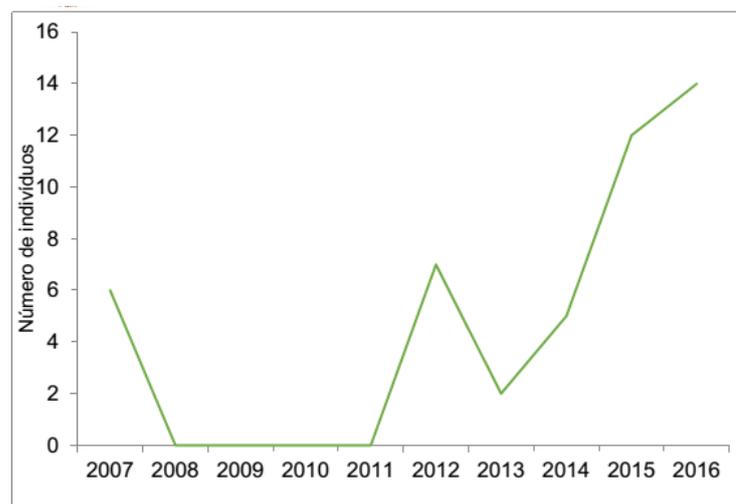
Com relação aos atropelamentos, a avaliação realizada pela equipe técnica que realizou os registros, informa que esses incidentes ainda ocorrem por interceptar habitats de táxons que modificam o deslocamento das espécies, durante

o período de migração, principalmente nos trechos que possuem as barreiras de proteção, denominadas de “New Jersey”, que, aparentemente, potencializam os atropelamentos, nos trechos que não possuem passagens de fauna e cercas-guia. Também, contribui para o atropelamento, a abundância de alimentos ao longo das rodovias que servem de atrativos para fauna e a decomposição de animais atropelados que atraem animais carnívoros e/ou carniceiros, criando-se um ciclo de atropelamento.

Ao contrário dos resultados obtidos, com o monitoramento de atropelamentos de fauna na BR 101/SC/RS, os resultados do monitoramento realizados BR 101, nos Estados de Rio Grande do Norte e Paraíba indicaram que a quantidade de fauna atropelada, no período 2007 a 2016 sofreram aumento no período avaliado.

O Gráfico 5 demonstra os resultados dos números de animais encontrados atropelados, pela equipe técnica do Consórcio SKILL/STE, na BR 101/RN, no período de 2007 a 2016.

Gráfico 5 - Número de indivíduos atropelados no Estado do Rio Grande do Norte



Fonte: 60º Relatório mensal de flora e fauna (Consórcio Skill/STE, 2016).

A passagem de fauna, desta rodovia, em estudo neste trabalho se encontra localizada na Estaca 1830 (Tipo B2) da BR 101/RN. De acordo com informações do relatório de monitoramento dos atropelamentos, a paisagem na região do dispositivo é composta por matriz de cana-de-açúcar com fragmentos de vegetação em estágio médio de regeneração em ambos os lados da rodovia.

Os levantamentos realizados, quanto à utilização das passagens de fauna, estão acumulados por ano, não sendo apresentada a quantidade acumulada em cada ponto (km) da rodovia ou nas passagens de fauna. Esse formato de apresentação dos resultados de monitoramento dificulta a realização de análise pontual, impedindo uma avaliação mais detalhada no local da passagem de fauna instalada.

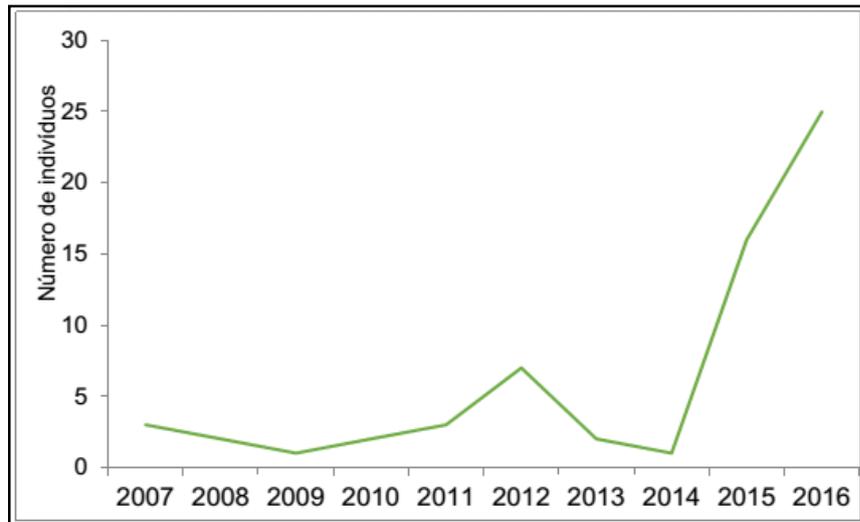
Assim, os dados de utilização das passagens de fauna, adotados para este estudo, foram obtidos calculando o valor acumulado por km da rodovia, ou seja, dividindo-se o valor acumulado pela extensão da rodovia, considerando-se assim, que cada passagem de fauna abrange a extensão equivalente a um quilômetro de rodovia, ou seja, os números adotados são equivalentes a um valor médio de atropelamentos encontrados em todo o segmento.

Entretanto, o valor de custo-efetividade obtido para esta passagem de fauna (B2) foi semelhante ao obtido para a passagem tipo B1, localizada no Rio Grande do Sul. Esse valor resultou devido ao fato dos dois dispositivos apresentarem quantidades de atropelamentos e utilização das passagens de fauna quantidades proporcionais (oito atropelamentos e 12 utilizações na BR 101/RS contra três atropelamentos e cinco utilizações na BR 101/RN).

Para o Estado da Paraíba, os resultados são semelhantes ao obtidos no Estado do Rio Grande do Norte, ou seja, houve um aumento significativo da quantidade de indivíduos encontrados atropelados no período 2007 a 2016.

O Gráfico 6 demonstra os resultados dos números de animais encontrados atropelados, pela equipe técnica do Consórcio SKILL/STE, na BR 101/PB, no período de 2007 a 2016.

Gráfico 6 - Número de indivíduos atropelados no Estado da Paraíba



Fonte: 60º Relatório mensal de flora e fauna (Consórcio Skill/STE, 2016).

Para as passagens de fauna localizadas neste Estado, o valor custo-efetividade encontrado para os dois dispositivos (Tipo B3 e C3) apresentam a mesma quantidade de espécies atropeladas e de animais utilizando as passagens de fauna. Essas quantidades resultaram no valor custo-efetivo semelhante ao encontrado para o dispositivo tipo C1, localizado no Estado do Rio Grande do Sul.

Diante dos resultados obtidos em campo, o Consórcio SKILL/STE, responsável pelos levantamentos, fez uma avaliação com relação ao aumento do número de atropelamentos ao longo dos anos, que se refletiu não só em termos de quantidade, mas também, qualidade, ou seja, também, houve aumento do número de espécies atropeladas. A avaliação julgou que o aumento da taxa de mortalidade pode estar associado a mudanças de habitats e no aumento da frota de veículos a cada ano. Quanto ao aumento das espécies atropeladas, infere que este pode ser resultado das mudanças de habitats e das extinções de predadores topo de cadeia.

Os cálculos realizados neste estudo levaram em consideração somente a quantidade de animais atropelados encontrados durante os monitoramentos, os quais variaram de empreendimento para empreendimento, ou seja, para o caso da BR 101/SC/RS as atividades foram realizadas mensalmente. Para o caso da BR 116/392/RS, os monitoramentos foram realizados bimestralmente e para a BR 101/RN/PB/PE os levantamentos foram realizados nos meses de agosto e setembro de cada ano, correspondendo, a uma coleta por ano.

Observa-se que a maioria dos animais encontrados atropelados, em todos os empreendimentos, compõe-se de espécies da classe Mammalia. No Quadro 10 são demonstradas a quantidade de espécies encontradas na BR 101/SC/RS, no período estudado.

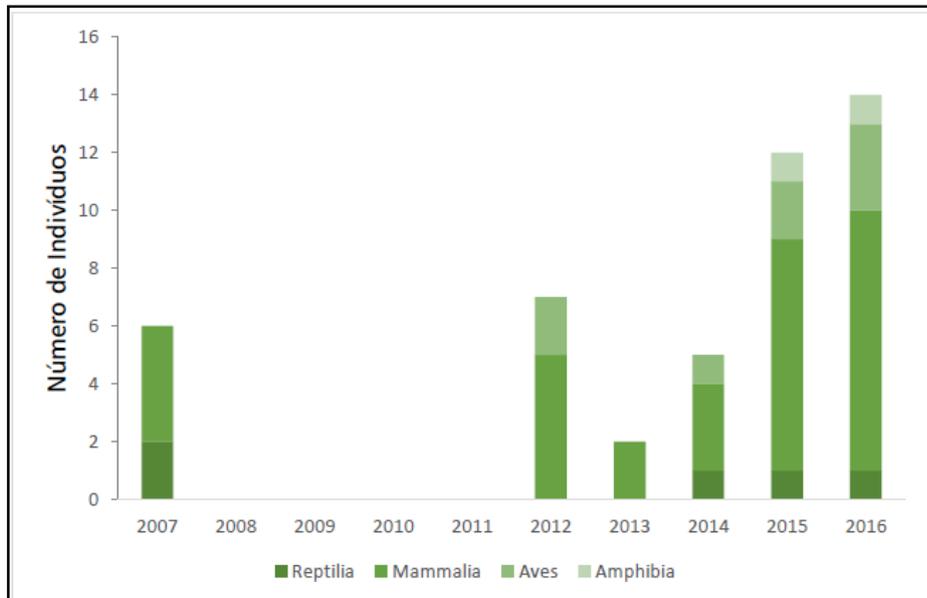
Quadro 9 - Identificação das espécies encontradas atropeladas na BR 101/SC/RS

Item	Rodovia/ UF	Lote	Localização	Tipo PF	Dimensão	Nº atrop. acumulado	Espécies	Qtd. Utiliz. PF acumulada
1	BR- 101/SC	22/SC	Km 245+637	A1	BSTC ϕ 1,00 m	9,00	5 aves, 3 mamífero s e 1 réptil	8,00
2	BR- 101/SC	23/SC	Km 247+525	A2	BSTC ϕ 1,00 m	1,00	1 ave	0,00
3	BR- 101/RS	30/SC	Km 455+800	A3	BSTC ϕ 1,00 m	8,00	6 mamífero s e 2 anfíbios	0,00
4	BR- 101/RS	01/RS	Km 14+280	B1	BSCC 1,60 x 1,60 m	8,00	4 mamífero s, 2 répteis e 2 aves	12,00
7	BR- 101/RS	04/RS	Km 79+878	C1	BSCC 2,00 x 2,00 m	3,00	3 mamífero s	5,00

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

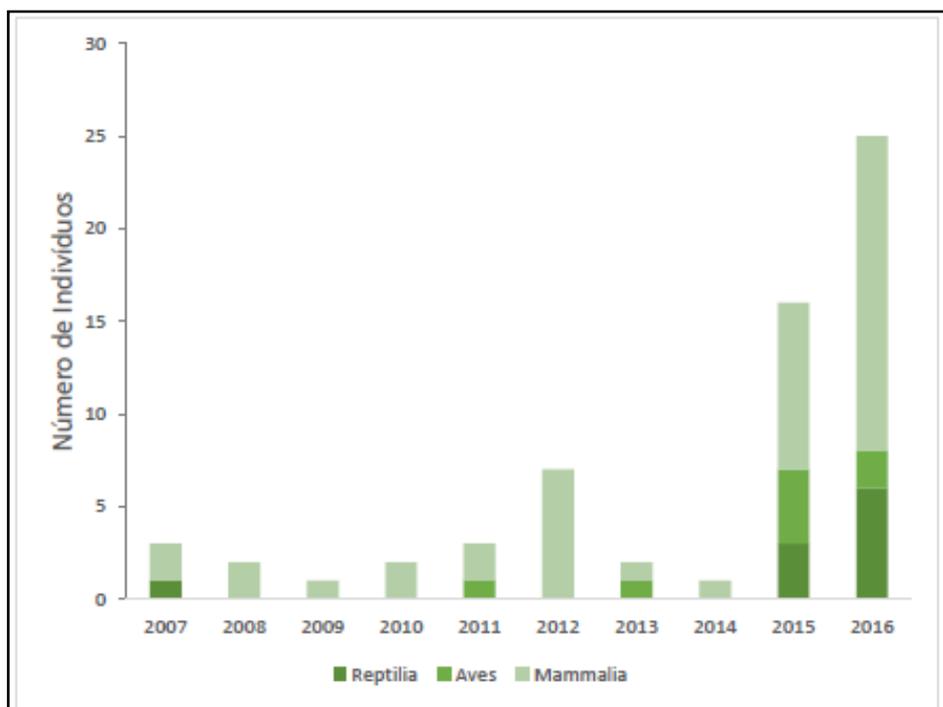
O Gráfico 7 mostra o número de indivíduos, separados por classe (Mammalia, Reptilia, Aves e Amphibia), encontrados atropelados no período de 2011 a 2016, nos Estados do Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco.

Gráfico 7 - Número total de indivíduos, por classe, de 2011 a 2016 (RN).



Fonte: 60º Relatório mensal de flora e fauna (Consórcio Skill/STE, 2016).

Gráfico 8 - Número total de indivíduos, por classe, de 2011 a 2016 (PB).



Fonte: 60º Relatório mensal de flora e fauna (Consórcio Skill/STE, 2016).

No caso do Estado da Paraíba, no Gráfico 8, observa-se que não há registros de atropelamentos de espécies da classe Amphibia, porém, a classe Mammalia, prevalece com o maior número de registros.

Diante das exposições acima, com base nos números de atropelamentos e da quantidade de indivíduos que estão utilizando as passagens de fauna, identificadas neste estudo, verifica-se que os dispositivos dos tipos B e C apresentam bons resultados de custo-efetividade, tendo em vista que apesar de apresentarem registros de atropelamentos, exibem números expressivos de indivíduos da fauna que estão utilizando as respectivas passagens.

Efetuada-se algumas ponderações acerca de possíveis alterações no cenário analisando para avaliar as consequências quanto a efetividade dos dispositivos implantados, podemos inferir que:

- a) Na hipótese de acréscimo dos custos para a execução dos dispositivos, em função do incremento das cercas para direcionamento da fauna, complementando as passagens de fauna, avalia-se um incremento no valor custo-efetividade, conforme pode ser observado na Tabela 6. Verifica-se que há um aumento no valor custo-efetividade.

Tabela 6 – Cálculo de custo-efetividade considerando cercas

Item	Rodovia/UF	Tipo PF	Custo total p/ PF (R\$)	Custo da cerca de PF (R\$) ²⁴	Custo PF + cerca(R\$)	Nº atrop. Acum.	Quant. Utiliz. PF acum.	Índice de efetividade (%)	Custo-efetividade
1	BR-101/SC	A1	79.172,28	20.420,00	99.592,28	9	8	0,89	88.637,13
2	BR-101/SC	A2	79.172,28	20.420,00	99.592,28	1	0	0	0,00
3	BR-101/RS	A3	79.172,28	18.616,00	97.788,28	8	0	0	0,00
4	BR-101/RS	B1	152.564,82	18.616,00	171.180,82	8	12	1,50	256.771,23

²⁴ As cercas consideradas estão referenciadas no Novo Sistema de Custos Rodoviários do DNIT (2017) e é composto por tela de alamedado sobre mureta de blocos de concreto – H = 20 cm – mourões de madeira a cada 2,5 m e esticador a cada 50m. Foi considerada uma extensão de 400m em cada dispositivo, considerado 100 em cada lado do dispositivo.

Item	Rodovia/UF	Tipo PF	Custo total p/ PF (R\$)	Custo da cerca de PF (R\$) ²⁴	Custo PF + cerca(R\$)	Nº atrop. Acum.	Quant. Utiliz. PF acum.	Índice de efetividade (%)	Custo-efetividade
5	BR-101/RN	B2	143.074,90	18.244,00	161.318,90	3	5	1,67	269.402,56
6	BR-101/PB	B3	146.066,89	18.732,00	164.798,89	3	5	1,67	275.214,15
7	BR-101/RS	C1	211.814,15	18.616,00	230.430,15	3	5	1,67	384.818,35
8	BR-392/RS	C2	207.914,79	18.616,00	226.530,79	12	4	0,33	74.755,16
9	BR-101/PB	C3	201.043,94	18.732,00	219.775,94	3	5	1,67	367.025,82

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

- b) Considerando que o objetivo das passagens de fauna é buscar impedir que a fauna, seja atropelada em rodovias e que o número de atropelamentos diminuirá em 20%, recalculando o índice de efetividade e o valor custo-efetividade verifica-se que os valores aumentam consideravelmente, conforme dados demonstrados na Tabela 7.

Tabela 7 – Cálculo de custo-efetividade com redução de atropelamentos

Item	Rodovia/UF	Tipo PF	Custo total p/ PF (R\$)	Nº atrop. Acum.	Quant. fauna utiliza PF acum.	Índice de efetividade (%)	Redução 20% atrop.	Índice de efetividade (%)	Custo-efetividade
1	BR-101/SC	A1	79.172,28	9	8	0,89	7,20	1,11	87.969,20
2	BR-101/SC	A2	79.172,28	1	0	0	0,80	0,00	-
3	BR-101/RS	A3	79.172,28	8	0	0	6,40	0,00	-
4	BR-101/RS	B1	152.564,82	8	12	1,5	6,40	1,88	286.059,04
5	BR-101/RN	B2	143.074,90	3	5	1,67	2,40	2,08	298.072,71
6	BR-101/PB	B3	146.066,89	3	5	1,67	2,40	2,08	304.306,02
7	BR-101/RS	C1	211.814,15	3	5	1,67	2,40	2,08	441.279,48
8	BR-392/RS	C2	207.914,79	12	4	0,33	9,60	0,42	86.631,16
9	BR-101/PB	C3	201.043,94	3	5	1,67	2,40	2,08	418.841,54

Fonte: Elaborado pela autora, 2017

- c) Considerando o aumento de 20% na quantidade de espécies que utilizam as passagens de fauna em relação aos números obtidos nos levantamentos realizados, verifica-se que há um aumento no índice de efetividade e conseqüentemente no valor custo-efetividade, conforme demonstrados nas Tabelas 6, 7 e 8

Tabela 8 – Cálculo de custo-efetividade com acréscimo de utilização

Item	Rodovia/UF	Tipo PF	Custo total p/ PF (R\$)	Nº atrop. Acum.	Quant. fauna utiliza PF acum.	Aumento 20% utiliz.	Índice de efetividade (%)	Custo-efetividade
1	BR-101/SC	A1	79.172,28	9	8	9,60	1,07	84.450,43
2	BR-101/SC	A2	79.172,28	1	0	0,00	0,00	-
3	BR-101/RS	A3	79.172,28	8	0	0,00	0,00	-
4	BR-101/RS	B1	152.564,82	8	12	14,40	1,80	274.616,68
5	BR-101/RN	B2	143.074,90	3	5	6,00	2,00	286.149,80
6	BR-101/PB	B3	146.066,89	3	5	6,00	2,00	292.133,78
7	BR-101/RS	C1	211.814,15	3	5	6,00	2,00	423.628,30
8	BR-392/RS	C2	207.914,79	12	4	4,80	0,40	83.165,92
9	BR-101/PB	C3	201.043,94	3	5	6,00	2,00	402.087,88

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

Diante dessas ponderações, verifica-se que a situação de redução do número de fauna atropelada é o que apresenta melhor cenário custo-efetivo das passagens de fauna implantadas nos segmentos avaliados.

CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

A utilização da ACE para a comparação das passagens de fauna inferiores indicou que o grupo do tipo C, com dimensões de 2,0 x 2,0 m apresentou o cenário mais custo efetivo. A passagem tipo A, que trata de bueiros simples tubulares de concreto com dimensão de 1,0m, se mostrou menos custo efetivo. E a passagem inferior tipo B foi menos custo efetiva que o tipo C, porém, com pouquíssima margem de desvantagem, podendo se concluir que as mesmas apresentaram resultados praticamente iguais.

Considerando que o dimensionamento das passagens de fauna inferiores depende do grupo animal a utilizá-lo (CLEVINGER; HUIJSER, 2011 *apud* LAUXEN, 2012), pode-se inferir que as dimensões da passagem de fauna tipo A não estejam adequadas ao porte dos animais da região, tendo em vista que, em dois dos três dispositivos, não foram registrados vestígios de animais utilizando os dispositivos.

Em termos de utilização das passagens de fauna, o tipo C, apresentou o maior número de registro de indivíduos utilizando o respectivo dispositivo. E quanto ao número de atropelamento acontecidos na região, foi registrado um grande número de ocorrências. A presença de passagens de fauna é apenas uma das medidas que permitem efetividade na proteção à fauna contra atropelamentos em rodovias e não garante isoladamente, o seu sucesso. O sucesso depende, enormemente, da conscientização dos usuários das rodovias no sentido de se adotar comportamentos de direção preventiva em relação à fauna, e também da colaboração da sociedade lindeira, tanto para a conservação das cercas que direcionam a fauna às passagens, como para a manutenção das cercas que separam as propriedades privadas da faixa de domínio das rodovias, evitando assim, também, a circulação de animais domésticos na área da pista e os riscos decorrentes (BRASIL, 2012).

Enriquecendo as conclusões, verifica-se, que as passagens de fauna analisadas, se encontram localizadas em dois biomas distintos: Mata Atlântica (BR 101/SC/RS e BR 116/392/RS) e Caatinga com algumas poucas interferências no bioma de Mata Atlântica (BR 101/RN/PB/PE). Comparando esse aspecto com o número de atropelamentos de fauna e/ou a utilização das passagens de fauna, verifica-se que, tanto o número de atropelamentos quanto de utilização das

passagens de fauna, apresentam valores superiores na região com cobertura vegetal do bioma de Mata Atlântica.

Diante desses resultados pondera-se que a aplicação da ACE é uma ferramenta pertinente para avaliação de passagens de fauna inferiores implantadas em rodovias brasileiras, em especial na comparação de alternativas de dispositivos existentes no Brasil. Julgamos que essa aplicação pode ser utilizada para avaliar dispositivos e seus acessórios, como cercas de direcionamento da fauna, sinalização, etc., considerando, inclusive, diversos aspectos que possam influenciar na utilização dos mesmos, como características da vegetação local, espécies de animais existentes na região.

Em uma avaliação global, entre os três tipos de passagens de fauna estudados, neste trabalho, infere-se que as passagens de fauna tipos B e C, são as mais custo-efetivas e desta forma, atendem aos pressupostos propostos de proteção à fauna e de mitigação dos impactos negativos causados pela rodovia.

Corroborando com as conclusões de Mata *et al.* (2007), verifica-se que os tipos de passagens de fauna influenciam na sua utilização, haja vista que os resultados dos estudos demonstram que um dos tipos apresentou pouca utilização por parte da fauna.

As dificuldades encontradas para a realização do estudo e aplicação da Análise Custo-Efetividade residiu na análise dos dados, tanto da fauna atropelada quanto da quantidade de animais e espécies que utilizam os dispositivos, devido à ausência de padronização, tanto de coleta, quanto de análise. Supomos que quanto mais padronizadas e sistematizadas for a coleta e análise dos dados, melhor será a qualidade das informações e conseqüentemente, resultados com maior nível de confiabilidade.

Diante dos resultados obtidos, conclui-se que a ACE é uma ferramenta que pode ser aplicada à análise das alternativas medidas de mitigação das externalidades ambientais negativas implantadas em rodovias brasileiras auxiliando na avaliação das medidas que possam apresentar menor custo de implantação e resultem em minimização dos danos ao meio ambiente.

Com relação à contribuição científica, considerando a escassez de estudos voltados para a avaliação dos aspectos qualitativos dos atropelamentos de fauna em

rodovias brasileiras, considerando os aspectos econômicos e ambientais das medidas mitigadoras, sugerem-se alguns temas para reflexões futuras, como:

- i. Estudos econômicos de alternativas de medidas de mitigação dos atropelamentos de fauna em rodovias, considerando fatores como caracterização da paisagem, espécies da fauna, localização adequada dos dispositivos, etc.;
- ii. Estudos que busquem identificar os benefícios à fauna e aos usuários da rodovia, das medidas de mitigação dos atropelamentos de fauna, adotados em rodovias brasileiras;
- iii. Estudos que busquem valorar, econômica e ambientalmente, os aspectos negativos causados pelos atropelamentos de fauna em rodovias brasileiras;
- iv. Estudos econômicos que busquem identificar tipos de passagens e locais mais adequados às espécies de fauna existentes em determinadas regiões do Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGOLD, J. E.; UNDERHILL, P. G. Effects of roads on wildlife in an intensively modified landscape. **Environmental Review**, v. 8, 2000, p. 21-39.

ABRA, Fernanda Delborgo. **Monitoramento e avaliação das passagens inferiores de fauna presentes na rodovia SP-225, no município de Brotas, São Paulo**. 2012. 72 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia em Ecologia de Ambientes Aquáticos e Terrestres) - Departamento de Ecologia, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

BAGER, A. et al. **Fauna selvagem e atropelamento**: diagnóstico do conhecimento brasileiro. Lavras: UFLA/CBEEE, 2007. 14 p.

BAGER, A.; FONTOURA, V. Ecologia de estradas no Brasil: contexto histórico e perspectivas futuras. In: BAGER, A. (Ed.). **Ecologia de estradas**: tendências e pesquisas. Lavras: Ed. UFLA, 2012. p. 13 - 33.

BARROS, Marta Cristine Peres. **Custo efetividade de tecnologia alternativa de esgotamento sanitário para pequenos municípios**. Dissertação (Mestre em Gestão Econômica do Meio Ambiente) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de Brasília – UnB, Brasília, 2014.

BOZZA, André Nogueira. **Perspectiva atual sobre ecologia de estradas**. 2011. 64 p. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental) - Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2011.

BRANCO, Marina Castelo. **A análise custo-efetividade**: sua aplicação como auxílio para a definição de políticas de regulamentação do uso de agrotóxicos. Dissertação (Mestre em Gestão Econômica do Meio Ambiente) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de Brasília, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Programa de Aceleração do Crescimento – PAC**. 2012. Disponível em: <<http://www.pac.gov.br/infraestrutura-logistica/rodovias>>. Acesso em: 29 ago. 2016.

CAMPOS, Stephania Mageste Castelar; SIMÕES, Rodrigo. Infraestrutura de transportes e determinantes do desenvolvimento no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA - ANPEC, 39., 2011, Foz do Iguaçu. **Anais...** Niterói: ANPEC, 2011.

CASTRO, Janice Dornelles. et al. Cost-effectiveness analysis: comparison of traditional primary health care delivery and the Family Health Program. **Rev. Bras. Med. e Com.** Rio de Janeiro, v. 3, n. 10, jul./set. 2007.

CATELLA, Augustinho Carlos. et al. **BR-262 no Pantanal**: cenário de encontros entre homens e animais silvestres [recurso eletrônico]. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2010. 23 p. (Documentos Embrapa Pantanal, 111). ISSN 1981-7223.

CENTRO BRASILEIRO DE ECOLOGIA DE ESTRADAS - CBEE. Disponível em: <<http://cbee.ufla.br/portal/atropelometro/>>. Acesso: em 21 dez. 2016.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE - CNT. **Pesquisa CNT de rodovias 2015**: Relatório gerencial. Brasília: CNT: SEST. SENAT, 2015. 422 p.

CONSÓRCIO CONCREMAT, TECNOSOLO & WORLEYPARSONS. **62º relatório da campanha de monitoramento – RE-CTC-GA-DF-09/2016, de 07/06/2016 da BR 101/Sul**: Contrato PP 249/2004-00. Brasília, jun. 2016. 159 p.

_____. **145º Relatório de atividades – RA-CTC-GERAL-DF-01/2017 da BR 101 Sul**: Contrato PP 249/2004-00. Brasília - DF, jan. 2017. 191 p.

CONSÓRCIO SKILL-STE. **119º Relatório mensal de andamento (20/08/2016 a 19/09/2016), da BR 101/RN/PB/PE**: Contrato PP 235/06-00. Brasília, set. 2016.

_____. **60º Relatório mensal do PBA de mitigação de impactos à fauna e à flora do período de junho e julho de 2016 na BR-101/RN/PB/PE**: Contrato PP 235/06-00. Brasília, jul. 2015.

CONTADOR, Cláudio Roberto. Indicadores para seleção de projetos e cálculo dos benefícios e custos sociais. In: _____. **Projetos Sociais**. 5. ed. São Paulo: Atlas, São Paulo, 2014.

COSTA, Frederico Lustosa da; CASTANHAR, José Cezar. Avaliação de programas públicos: desafios conceituais e metodológicos. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 37, n. 5, p. 969-992, set./out. 2003.

COSTA, Aline Saturnino; ASCENSÃO, Fernando; BAGER, Alex. Mixed sampling protocols improve the cost-effectiveness of roadkill surveys. **Biodiversity & Conservation**, v. 24, p. 2953-2965, ago. 2015.

DALBEM, Marta Corrêa. et al. Avaliação econômica de projetos de transporte: melhores práticas e recomendações para o Brasil. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 44, n. 1, p. 87-117, jan./fev. 2010.

D'ABRA, Fernanda. **Atropelamento de fauna: desastre ambiental fácil de evitar**. ago. 2014. Disponível em: <<http://www.oeco.org.br/colunas/colunistas-convidados/28467-atropelamento-de-fauna-desastre-ambiental-facil-de-evitar/>>. Acesso em: 09 jun. 2016.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT **Custos Médios Gerenciais**. Dez. 2013. Disponível em: <https://189.9.128.64/custos-e-pagamentos/copy_of_custo-medio-gerencial>. Acesso em: 28 jan. 2017.

_____. **Estrutura, os objetivos e composições do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes**. Abr. 2012a. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/aceso-a-informacao/insitucional>>. Acesso em: 25 jan. 2017.

_____. **Monitoramento e mitigação de atropelamentos de fauna.** Brasília, jun. 2012b. (Coleção Estrada Verde, 1/3).

_____. **Sistema Nacional de Viação – SNV** [atualizado até 08/09/2016]. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/sistema-nacional-de-viacao/sistema-nacional-de-viacao>>. Acesso em: 25 jan. 2017.

_____. **Sistema de Custos Rodoviários – SICRO2:** Paraíba – Novembro 2016. 2016c. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/custos-e-pagamentos/sicro-2/nordeste/paraiba/2016/novembro/paraiba-novembro-2016>>. Acesso em: 03 mar. 2017.

_____. **Sistema de Custos Rodoviários – SICRO2:** Pernambuco – Novembro 2016. 2016d. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/custos-e-pagamentos/sicro-2/nordeste/pernambuco/2016/novembro/pernambuco-novembro-2016>>. Acesso em: 03 mar. 2017.

_____. **Sistema de Custos Rodoviários – SICRO2:** Rio Grande do Norte – Novembro 2016. 2016e. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/custos-e-pagamentos/sicro-2/nordeste/rio-grande-do-norte/2016/novembro/rio-grande-do-norte-novembro-2016>>. Acesso em: 03 mar. 2017.

_____. **Sistema de Custos Rodoviários – SICRO2:** Rio Grande do Sul – Novembro 2016. 2016f. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/custos-e-pagamentos/sicro-2/sul/rio-grande-do-sul/2016/novembro/rio-grande-do-sul-novembro-2016>>. Acesso em: 03 mar. 2017.

_____. **Sistema de Custos Rodoviários – SICRO2:** Santa Catarina – Novembro 2016. 2016g. Disponível em <<http://www.dnit.gov.br/custos-e-pagamentos/sicro-2/sul/santa-catarina/2016/novembro/santa-catarina-novembro-2016>>. Acesso em: 03 mar. 2017.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES;
SERVIÇOS TÉCNICOS DE ENGENHARIA S/A. **relatório especial - 25ª campanha de levantamento, mitigação e monitoramento dos atropelamentos de fauna na BR-116/392/RS:** Contrato PP 1086/2010. Brasília, ago. 2015.

_____. **Relatório mensal de meio ambiente nº 72:** Contrato nº PP 1086/2010. Brasília, dez. 2016.

FIELD, Barry C.; FIELD, Martha K. **Introdução à economia do meio ambiente.** 6. Ed. Tradução: Christiane de Brito Andrei; Revisão técnica: Ronaldo Sêroa da Mota. Porto Alegre: AMGH Editora, 2014. Cap. 1, p. 2-21.

FRANZ, Cristiane Maria; SEBERINO, José Roberto Vieira. **A história do trânsito e sua evolução.** 2012. 24 p. Monografia (Especialista em Gestão, Educação e Direito de Trânsito). Joinville, abr. 2012.

GHOSH, B.N. **From market failure to government failure:** a handbook of public sector economics. [London]: Wisdom House, 2001.

GRIFT, Edgar A. van der. et al. Evaluating the effectiveness of road mitigation measures. **Biodiversity & Conservation**, v. 22, p. 425–448, 2013. DOI 10.1007/s10531-012-0421-0.

GRILO, C. A rede viária e a fauna: impactos, mitigação e implicações para a conservação das espécies em Portugal. In: BAGER, A. (Ed.). **Ecologia de estradas: tendências e pesquisas**. Lavras: Ed. UFLA, 2012. p. 35-57.

GULLO, Maria Carolina Rosa. **Valoração econômica dos recursos naturais: uma aplicação para o setor industrial de Caxias do Sul**. 2010. 110 p. Tese (Doutorado em Economia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2010.

HANLEY, Nick; SPASH, Clive L. **Cost-benefit analysis and the environment**. Hants: Edward Elgar Publishing, 1993. 288 p.

HOUAISS, Antônio; VILLAR, Mauro de Salles. **Minidicionário Houaiss da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001. 484 p.

JARDIM JÚNIOR, Áttila Moraes. **Custo-efetividade e padrões ambientais: implicações para tratamento de esgoto no Brasil**. 2006. Dissertação (Mestrado em Gestão Econômica do Meio Ambiente) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

LANG, Aline Eloyse. **As ferrovias no Brasil e avaliação econômica de projetos: uma aplicação em projetos ferroviários**. 2007. 151 p. Dissertação (Mestrado em Transportes) - Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, fev. 2007.

LAUXEN, Mozart da Silva. **A mitigação dos impactos de rodovias sobre a fauna: um guia de procedimentos para tomada de decisão**. 2012. 146 p. Monografia (Especialização em Diversidade e Conservação da Fauna) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, maio 2012.

LEVIN, H. M. **Cost-effectiveness Analysis**. International Encyclopedia of Economics of Education, 2: ed, 1995;- Ed. by Martin Carnoy;- Oxford: Pergamon; - pp 381- 386.

LINS, Gustavo Aveiro *et al.* A Ecologia de estradas sob a ótica do licenciamento ambiental. **Revista SUSTINERE**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 2, p. 152-159, jul./dez. 2015.

MANKIW, N. Gregory. **Princípios de microeconomia**: tradução da 5. ed. norte-americana. Tradução: Allan Vidigal Hastings e Elisete Paes Lima; Revisão técnica: Carlos Alberto Martins Passos e Manuel José Nunes Pinto. São Paulo: Cengage Learning, 2010. 528 p.

MATA, C. et al. **Effectiveness of wildlife crossing structures and adapted culverts in a highway in Northwest Spain**. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ECOLOGY AND TRANSPORTATION, 2003, New York. **Proceedings...** Raleigh: North Carolina State University, 2003. Cap. 8, p. 265-276.

MATA, C. HERVÁS, I. HERRANZ, J. SUARÉZ, F. MALO, J. E. **Are motorway wildlife passages worth building? Vertebrate use of road-crossing structures on a Spanish motorway.** *Journal of Environmental Management* 88 (2008) 407–415. Madrid, 30 abril 2007.

MICKWITZ, PER. A framework for evaluating environmental policy instruments - context and key concepts. **SAGE Journals**, v. 9, n. 4, p. 415–436, oct. 2003.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, PORTOS E AVIAÇÃO CIVIL. Transporte rodoviário. Disponível em www.transportes.gov.br/transporte-rodoviario.html. Acesso em junho/2017.

MOREIRA, Fabiane Geralda Alves; SILVA, Silvânia de Souza; CUNHA, Héli da Ferreira da. **Impacto do atropelamento de animais silvestres na rodovia GO-060, trecho Goiânia – Iporá.** In: SEMANA UNIVERSITÁRIA, 4., [2016]. Goiânia: UEG, 2016.

MUELLER, Charles Curt. **Os economistas e as relações entre o sistema econômico e o meio ambiente.** Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2012.

MUZZOLON JÚNIOR, Renato. Controle ambiental em rodovias. **Revista Técnico-Científica do CREA-PR**, 17 p., set. 2014.

NOGUEIRA, Jorge Madeira. **Instrumentos Econômicos de Avaliação Ambiental – I.** Brasília: UnB, dez. 2015. Aula do Curso de Mestrado em Gestão Econômica do Meio Ambiente da Universidade Federal de Brasília.

OLIVEIRA, Jaqueline Maria de. **Custo-efetividade de políticas de redução do tamanho da classe e ampliação da jornada escolar:** uma aplicação de estimadores de *matching*. 2010. 168 p. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

PEREIRA, Romilson Rodrigues. **A análise custo-efetividade na gestão econômica do meio ambiente.** Dissertação (Mestrado em Gestão Econômica do Meio Ambiente) - Faculdade de Economia, Universidade de Brasília, Brasília, dez. 1999.

PINDYCK, Robert S.; RUBENFELD, Daniel L. **Microeconomia.** Tradução de Eweltério Prado e Thelma Guimarães. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

PUTMAN, R.J.; LANGBEIN, J.; STAINES, B. W. **Deer and road traffic accidents: A review of mitigation measures: costs and cost-effectiveness.** Report for the Deer Commission for Scotland; Contract RP23A. mar. 2004. 89 p.

RAMOS, Marília Patta; SCHABBACH, Letícia Maria. O estado da arte da avaliação de políticas públicas: conceituação e exemplos de avaliação no Brasil. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 46, n. 5, p. 1271-294, set./out. 2012.

REE, Rodney van der. et al. **Overcoming the barrier effect of roads – how**

effective are mitigation strategies?: an international review of the use and effectiveness of underpasses and overpasses designed to increase the permeability of roads for wildlife. Davis: University of California, 2007.

REZENDE, Elcio Nacur; COELHO, Hebert Alves. Impactos ambientais decorrentes da construção de estradas e suas consequências na responsabilidade civil. **Revista do Mestrado em Direito**. Brasília, v. 9, n. 2, p. 155-180, jul./dez. 2015.

ROCHA, Eloisa Helena Darski. **Impacto dos transportes rodoviários na fauna**. 2005. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia de Transportes) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, ago. 2005.

ROTH, Wendy Ingeborg. **Understanding The Use Of Cost Benefit And Cost Effectiveness Analysis In World Bank Education Proposals**. Department of Leadership, Higher and Adult Education University of Toronto. 2016.

SANCHÉZ, Luis Enrique. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de textos, 2013.

SANO, Hironobu; MONTENEGRO FILHO, Mário Jorge França. As técnicas de avaliação da eficiência, eficácia e efetividade na gestão pública e sua relevância para o desenvolvimento social e das ações públicas. **Desenvolvimento em Questão**. ano 11, n. 22, jan./abr. 2013.

SANTIAGO, Priscila. **Logística e desenvolvimento regional**. Coordenadora de Economia da Confederação Nacional do Transporte (CNT). Brasília, ago. 2013.

SARCINELLI, OSCAR. **Custo efetividade na conservação dos serviços ecossistêmicos: estudo de caso no Sistema Produtor de Água Cantareira**. Tese de doutorado (Doutorado em Desenvolvimento Econômico). Universidade estadual de Campinas. Campinas/SP, 2015.

SECOLI, Sílvia Regina. et al. Avaliação de tecnologia em saúde: análise de custo-efetividade. **Fórum do Jovem Pesquisador**, São Paulo, v. 47, n. 4., out./dez. 2010.

SEHN, Daniele. **Avaliação econômica de projetos de infraestrutura de transportes: uma metodologia aplicada à tomada de decisão governamental**. 2009. Monografia (Bacharelado em Ciências Econômicas) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2009.

SOBANSKI, Marcela Barcelas. et al. Segurança rodoviária e conservação da vida selvagem. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO RODOVIÁRIA, 16., 2015, Foz do Iguaçu. **Anais...** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2015.

SOUZA, BECK de. **Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Avaliação Ambiental (Eia/rima), da duplicação e obras de melhorias da BR-116/392, Trecho: Pelotas – Rio Grande**. Porto Alegre. Janeiro/2004.

SOUZA, Roberta Fernanda da Paz de. Economia do meio ambiente: aspectos teóricos da economia ambiental e da economia ecológica. In: Congresso da

Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 46., 2008, Rio Branco. **Anais...** Rio de Janeiro: Universidade Federal Fluminense, 2008.

VALEC ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES LTDA. **Normas Ambientais**. Disponível em: <<http://www.valec.gov.br/ConhecaNormasTecnicas.php>>. Acesso em: 29 ago. 2016.

VAN DER GRIFT, Edgar A. et al. Evaluating the effectiveness of road mitigation measures. **Biodiversity & Conservation**, v. 22, p. 425-448, 2012.

VIANNA, Denizar. Há relação entre custo-efetividade de acordo com diferentes metas? **Revista Brasileira de Hipertensão**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 182-185, 2010.

ANEXO A – Tipos de estruturas para passagens de fauna

a) Passagens inferiores

<p>Passagem de fauna com cerca na SP-300, entre Castilho e Bauru/SP.</p>  <p>Fonte: www.viarondon.com.br/noticias. Acesso em: 12 set. 2016.</p>	<p>Cerca de direcionamento na SP-300, entre Castilho e Bauru/SP.</p>  <p>Fonte: www.viarondon.com.br/noticias. Acesso em: 12 set. 2016.</p>
--	---

b) Passagens inferiores grandes

<p>Passagem de fauna inferior em pontilhão</p>  <p>Fonte: Clevenger e Huijser (2011) <i>apud</i> Lauxen (2012).</p>	<p>Passagem de fauna inferior em Sierra County, Califórnia</p>  <p>Fonte: Brian Ehler, Calif DF & G (CALTRANS, 2009) <i>apud</i> LAUXEN, 2012).</p>
---	--

c) Passagens inferiores multiuso

<p>Passagem de fauna inferior multiuso</p> 	<p>Passa gado em tubo corrugado</p> 
<p>Fonte: Clevenger e Huijser (2011) <i>apud</i> Lauxen (2012).</p>	<p>Fonte: Norma Ambiental VALEC nº 15/2010 (www.valec.gov.br). Acesso em: 29 ago. 2016.</p>

d) Túneis para anfíbios e répteis

<p>Passagem de fauna em túnel para herpetofauna²⁵ com barreira direcionadora.</p> 	<p>Passagem de fauna em túnel para herpetofauna com barreira direcionadora.</p> 
<p>Fonte: Clevenger e Huijser (2011) <i>apud</i> Lauxen (2012).</p>	<p>Fonte: Clevenger e Huijser (2011) <i>apud</i> Lauxen (2012).</p>

²⁵ Herpetofauna: conjunto de répteis e anfíbios de uma região.

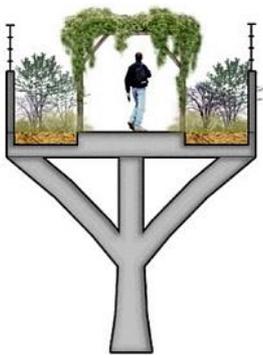
e) Ecodutos ou pontes de ecossistemas ou ponte da vida selvagem

<p>Passagem de fauna - Ecoduto 1</p> 	<p>Passagem de fauna - Ecoduto 2</p> 
<p>Fonte: Clevenger e Huijser (2011) <i>apud</i> Lauxen (2012).</p>	<p>Fonte: Lauxen (2012) <i>apud</i> Damarad e Bekker (2003).</p>

f) Passagens superiores

<p>Passagem de fauna superior instalada em Camptom Road, Brisbane, Austrália.</p> 	<p>Outra vista da passagem de fauna superior instalada em Camptom Road, Brisbane, Austrália.</p> 
<p>Fonte: Lauxen (2012).</p>	<p>Fonte: Veage e Jones (2007) <i>apud</i> Lauxen (2012).</p>

g) Passagens superiores multiuso

<p>Desenho conceitual de passagem de fauna mista em Walden Ponds, Massachussets, EUA.</p> 	<p>Passagem de fauna mista.</p> 
<p>Fonte: Ahern <i>et al.</i> (2009) <i>apud</i> Lauxen (2012).</p>	<p>Fonte: Clevenger e Huijser (2011) <i>apud</i> Lauxen (2012).</p>

h) Passagens no estrato arbóreo

<p>Passagem de fauna aérea instalada na SC-450, Praia Grande.</p> 	<p>Bugios-ruivos utilizando a passagem de fauna aérea.</p> 
<p>Fonte: Rodney Schmidt – IBAMA <i>apud</i> Lauxen (2012).</p>	<p>Fonte: Gerson Buss, Programa Macacos Urbanos <i>apud</i> Lauxen (2012).</p>

i) Túneis rodoviários

<p>Conjunto de túneis com passagem de fauna superior cercada</p> 	<p>Passagem de fauna em túnel na Alemanha, com área superior para uso misto (humano e fauna).</p> 
<p>Fonte: Jones (2010) <i>apud</i> Lauxen (2012).</p>	<p>Fonte: Iuell <i>et al.</i> (2003) <i>apud</i> Lauxen (2012).</p>

j) Viadutos e elevados

<p>Passagem de fauna sob Elevado na várzea do Rio Maquiné (BR-101/RS)</p> 	<p>Passagem de fauna sob Viaduto</p> 
<p>Fonte: Lauxen (2012).</p>	<p>Fonte: Jones (2010) <i>apud</i> Lauxen (2012).</p>

k) Pontes e pontilhões

Passagem de fauna sob a Ponte na BR-101/RS



Fonte: Lauxen (2012).

Passagem de fauna sob a Ponte do Rio São Borja (Brasil) e Santo Tomé (Argentina).



Fonte: Lauxen (2012).

l) Bueiros modificados

Passagem de fauna adaptado em bueiro celular na rodovia Euclides da Cunha – Bálamo



Fonte: Diário da região – São José do Rio Preto, 12/04/2015. Acesso em: 08 set. 2016.

Passagem de fauna adaptado em bueiro Armco com pedras na lateral

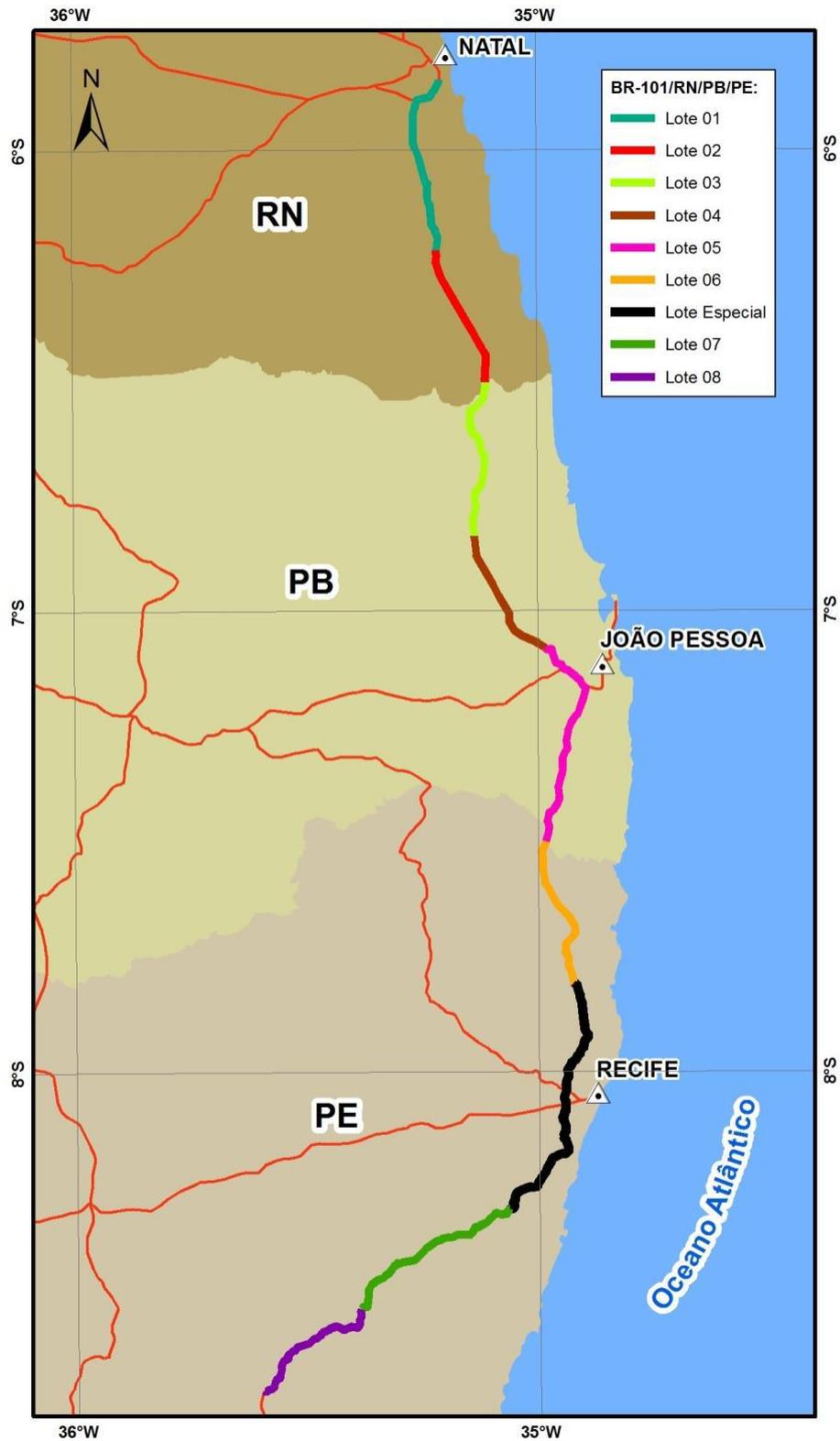


Fonte: Caltrans (2009) *apud* Lauxen (2012).

ANEXO B – Mapa com localização das obras da BR-101/SC/RS



Fonte: 145º Relatório de atividades (CONSÓRCIO CONCREMAT, TECNOSOLO & WORLEYPARSONS, 2017).

ANEXO C – Mapa com localização das obras da BR-101/RN/PB/PE

Fonte: 60º Relatório mensal de fauna e flora (CONSÓRCIO SKILL/STE, 2016).

ANEXO D – Fotos de algumas passagens de fauna na BR-101/RN/PB/PE

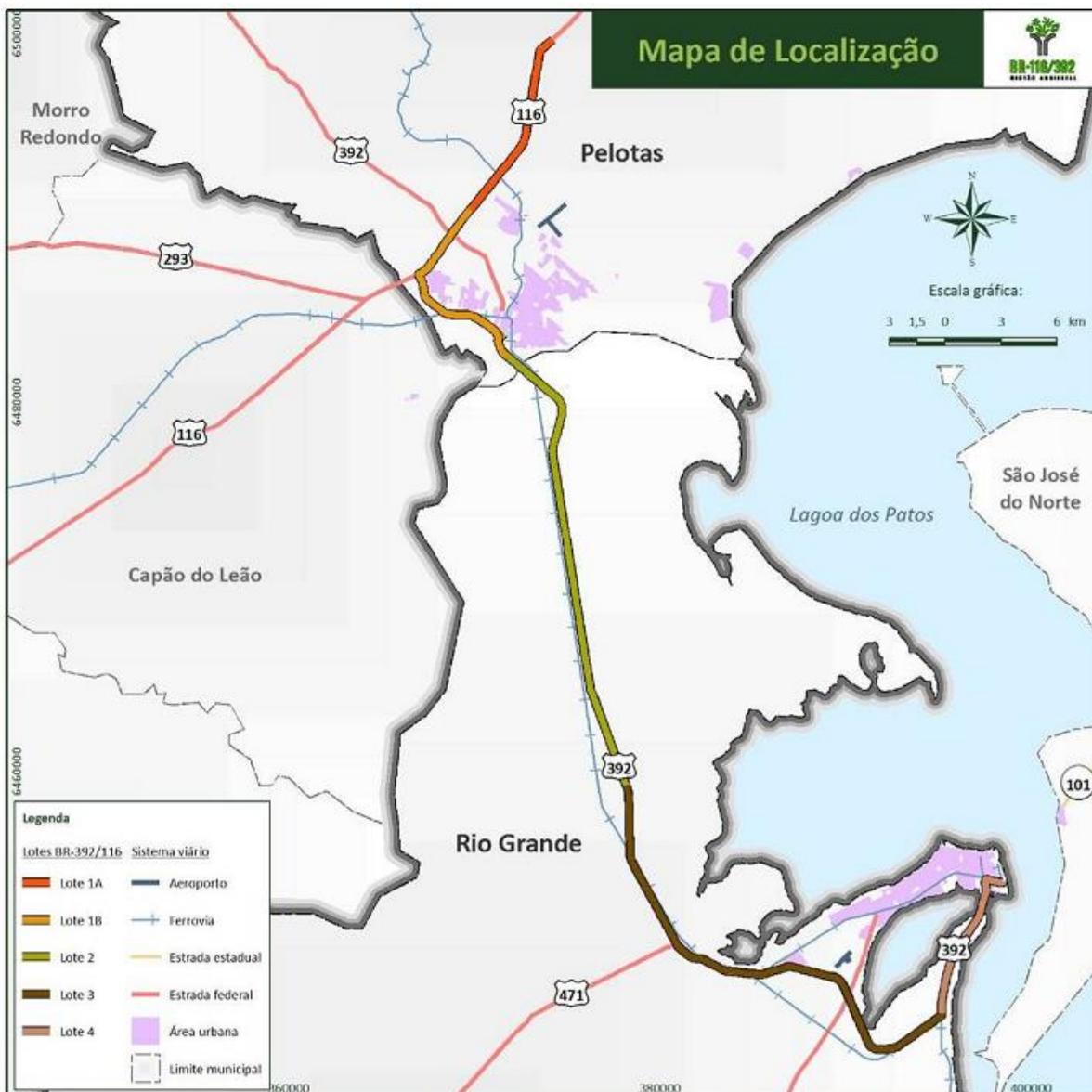
<p style="text-align: center;">Passagem de fauna inferior (8), km 141,1, lote 1.</p> 	<p style="text-align: center;">Passagem de fauna inferior (13), lote 3.</p> 
<p>Localização: Coordenadas UTM SAD69 SB25 254899/9312900.</p>	<p>Localização: Coordenadas UTM SAD69 SB25 0264746/9254353</p>
<p style="text-align: center;">Passagem de fauna aérea (14), lote 8.</p> 	<p style="text-align: center;">Passagem de fauna inferior duplo (15), km 43,58, lote- 4.</p> 
<p>Localização: Coordenadas UTM SAD69 SB25 0264218/9254106</p>	<p>Localização: Coordenadas UTM SAD69 SB25 0264307/9240428.</p>

<p>Passagem de fauna inferior (24).</p> 	<p>Passagem de fauna inferior (25).</p> 
<p>Localização: Coordenadas UTM SAD69 SB25 284024/91833773.</p>	<p>Localização: Coordenadas SAD69 SB 25 244280/91800858.</p>

<p>Passagem de fauna inferior (26).</p> 	<p>Passagem de fauna inferior (29), lote 6, km 12.</p> 
<p>Localização: Coordenadas UTM SAD69 SB25 283611/9179431</p>	<p>Localização: Coordenadas UTM SAD69 SB25 281282/9159685.</p>

Fonte: 119º Relatório de atividades de gestão ambiental da BR-101/RN/PB/PE (CONSÓRCIO SKILL/STE, 2016).

ANEXO E – Mapa de localização das obras da BR-116/392/RS



Fonte: Relatório Mensal de Meio Ambiente nº 72 (STE/Dezembro/2016).

ANEXO F – Fotos de algumas passagens de fauna na BR-116/392/RS

Passagem de fauna inferior adaptado em bueiro celular, km 23,413, lote 3.



Passagem de fauna inferior adaptado em bueiro celular duplo, km 35,845, lote 2.



Passagem de fauna inferior adaptado em bueiro celular duplo, km 36,420, lote 2.



Passagem de fauna inferior adaptado em bueiro celular duplo, km 41,497, lote 2.



Passagem de fauna inferior em bueiro celular simples, km 49,060, lote 2.



Passagem de fauna inferior adaptado em bueiro celular duplo, km 49,255, lote 2.



Passagem de fauna inferior adaptado em bueiro celular duplo, km 51,156, lote 2.



Passagem de fauna inferior adaptado em bueiro celular duplo, km 51,780, lote 2.



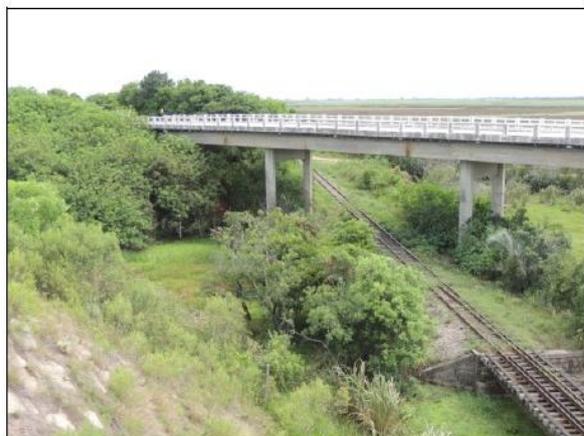
Passagem de fauna inferior na Ponte sobre o Canal do São Gonçalo I, km 56,140, lote 2.



Passagem de fauna inferior adaptado em bueiro celular duplo, km 57,500, lote 2.



Passagem de fauna sob Viaduto Ferroviário, km 59,165, lote 2.



Passagem de fauna na Ponte sobre o Canal do São Gonçalo, km 50,705, lote 2.



Passagem de fauna inferior em bueiro celular simples, km 38,640, lote 2.



Passagem de fauna na Ponte sobre o Arroio Pelotas, km 512,000, lote 1.



Fonte: 25ª Campanha de Levantamento, Mitigação e Monitoramento dos Atropelamentos de Fauna, (STE ENGENHARIA, 2015).

ANEXO G – Cópia do Ofício nº 139/2017-DPP, de 02 de maio de 2017



Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
Diretoria de Planejamento e Pesquisa

URGENTE

DPP/DNIT
CB 139/2017

Ofício nº 139/2017-DPP

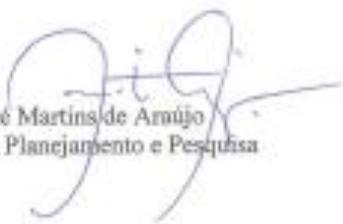
Brasília, 02 de maio de 2017

À Senhora
Marly Iwamoto Maeda
SQNW 111, Bloco C, apartamento 308 –
Residencial Perfect Life Style – Setor Noroeste
Brasília - DF. CEP: 70.686-715.

Assunto: Autorização para acesso de informações para desenvolvimento de dissertação de mestrado.

1. Em resposta à solicitação formulada, autorizo a consulta aos processos e demais informações que se fizerem necessárias ao desenvolvimento da dissertação de mestrado em Gestão Econômica do Meio Ambiente, abordando o tema de Análise Custo-Efetividade de passagens de fauna inferiores em rodovias.
2. Informamos que não há óbice à citação, na referida dissertação, da relação dos processos objeto de consulta, bem como demais dados disponibilizados e, ainda, de se fazer menção a esta Autarquia responsável pela infraestrutura nacional de transportes.
3. Sem mais para o momento.

Atenciosamente


André Martins de Araújo
Diretor de Planejamento e Pesquisa



MINISTÉRIO DOS
TRANSPORTES, PÚBLICA
E AVIAÇÃO CIVIL



Setor de Autarquias Norte | Quadra 03 | Lote A
Ed. Núcleo dos Transportes | CEP: 70040-902
Brasília /DF | Fone: (61) 5315-4000 9334



DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRANSPORTES E INFRAESTRUTURAS

Diretoria de Planejamento e Pesquisa
Coordenação Geral de Meio Ambiente

CGMAB/DPP
CS Nº 1388435

Memorando nº 493 2017/CGMAB/DPP

Brasília, 18 de abril de 2017.

À Diretoria de Planejamento e Pesquisa - DPP

Assunto: **Autorização para acesso de informações para desenvolvimento de dissertação de mestrado**

Referência: Memorando nº 975/2017/DPP

1. Em resposta à solicitação contida no memorando nº 975/2017/DPP, informo que esta CGMAB/DPP não vê objeção ao pleito, permanecendo disponíveis para consulta presencial, nesta setorial, os processos e demais informações que se fizerem necessárias ao atendimento da requisição do aluno, com vistas ao desenvolvimento da mencionada dissertação de mestrado em Gestão Econômica do Meio Ambiente, abordando o tema Análise Custo-Efetividade de passagens de fauna inferiores em rodovias.

Respeitosamente,


Eng. Angela Parente
Coordenadora Geral de Meio Ambiente

Recebidos na D	
Em 18/04/17	As 15:59
CS Nº	
Assinatura	F. J. J.
Obs.	



MINISTÉRIO DOS
TRANSPORTES, PORTOS
E AVIAÇÃO CIVIL



Setor de Autarquias Norte | Quadra 03 | Lote A
Ed. Núcleo dos Transportes | CEP: 70040-902
Brasília /DF | Fone: (61) 3315-4000

DNIT

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

Diretoria de Planejamento e Pesquisa

URGENTE

DPP/DNIT

CS. 1337214

Memorando nº 975/2017-DPP

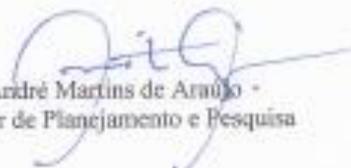
Brasília, 13 de abril de 2017

À Coordenadora Geral de Meio Ambiente - CGMAB,

Assunto: Autorização para acesso de informações para desenvolvimento de dissertação de mestrado

1. Após ciência e concordância com o pleito formulado pela aluna Marly Iwamoto Maeda, remeto a solicitação para conhecimento e manifestação dessa CGMAB/DPP, com a celeridade que o tema requer.
2. Sem mais para o momento.

Atenciosamente,


 André Martins de Araújo -
 Diretor de Planejamento e Pesquisa

Recebido na CGMAB/DPP

Em 13/04/17 às 19:02

CS. Nº _____

Ass: Araceli

Obs: _____

De acordo
 em 17/04/17


 Eng. Araceli Parente
 Coordenadora Geral de Meio Ambiente
DNITMINISTÉRIO DOS
TRANSPORTES, PORTOS
E AVIAÇÃO CIVILSetor de Aterraguagem Norte | Quadra 05 | Lote A
Ed. Núcleo dos Transportes | CEP: 70040-902
Brasília /DF | Fone: (61) 3315-4000 9334

DPP/DNIT
CS 138224

Brasília - DF, 11 de abril de 2017

Ao Sr. André Martins de Araújo
Diretor do Departamento de Planejamento e Pesquisa - DPP
Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT
Brasília - DF

Senhor Diretor,

Eu, Marly Iwamoto Maeda, CPF nº 590.671.361-15, alano do Curso de Mestrado em Gestão Econômica do Meio Ambiente da Faculdade de Economia da Universidade de Brasília - FACE/UnB, estou na fase de elaboração da dissertação, cujo tema trata da Análise Custo-Efetividade de passagens de fauna inferiores em rodovias.

Utilizarei como estudo de caso, empreendimentos rodoviários sob responsabilidade deste DNIT, especificamente das obras de restauração e duplicação das BR-116/392/RS, BR-101/SC/RS e BR-101/RN/PB/PE.

Faço ao exposto, venho solicitar autorização para acesso e utilização de dados contidos nos Relatórios de Gestão Ambiental elaborados pelas gestoras ambientais dos respectivos empreendimentos e demais informações necessárias ao desenvolvimento do tema, objeto de estudo.

Considerando que em grande parte dos dados constarão na dissertação de mestrado, consulto-lhes acerca da possibilidade de se fazer referência, no citado trabalho, a essa DPP e à Coordenação Gen. I de Meio Ambiente/DPP/DNIT, setor responsável pelo tema passagens de fauna no âmbito do DNIT e, portanto, concentra as informações necessárias ao desenvolvimento do meu trabalho.

Respeitosamente,


Marly Iwamoto Maeda
Mestranda - Matrícula 15/0185880
Contato (61) 9 8152-4230

Ciente e de acordo,


Prof. Dr. Clévis Zapata
Orientador - FACE/UnB

RECEBUEMOS	DO	DEPARTAMENTO	DE	PLANEJAMENTO	E	PESQUISA
Em	11	de	04	de	2017	às
CS	Nº					
Assinatura:	FABIO					
Obs:						

APÊNDICE A - Informações sobre as rodovias, segmentos e intervenções.

Rodovia/UF	Lote	Segmento	Extensão (km)	Tipo de intervenção
BR-101/SC	22/SC	216,5 – 245,0	28,5	Restauração, Duplicação e Obras de Arte Especiais.
	23/SC	245,0 – 271,7	26,7	Obras de restauração, duplicação, obras de arte especiais e túneis.
	24/SC	271,7 – 300,0	28,3	Restauração, Duplicação e Obras de Arte Especiais.
	25/SC	300,0 – 329,9	29,9	
	26/SC	329,9 – 358,5	28,6	
	27/SC	358,5 – 387,0	28,5	
	28/SC	387,0 – 411,0	24,0	
	29/SC	411,0 – 437,0	26,0	
	30/SC	437,0 – 465,0	28,0	
BR-101/RS	01/RS	0,0 – 25,0	25,0	Restauração e duplicação.
	02/RS	25,0 – 52,0	27,0	Restauração e duplicação.
	03/RS	52,0 – 77,0	25,0	Restauração, Duplicação, Obras de Arte Especiais e Túneis.
	04/RS	77,0 – 99,5	22,5	Restauração e duplicação.
BR-101/RN	01	96,4 – 142,6	46,2	Restauração e ampliação de capacidade, incluindo a construção de pontes e viadutos, com construção e melhoramento dos
	02	142,6 – 177,8	35,2	
BR-101/PB	03	0,0 – 40,4	40,4	

Rodovia/UF	Lote	Segmento	Extensão (km)	Tipo de intervenção
	04	40,4 – 74,1	33,7	acessos e travessias urbanas e a construção de vias laterais para o tráfego urbano.
	05	74,1 – 129,0	54,9	
BR-101/PE	06	0,0 – 41,4	41,4	Obras de restauração e ampliação de capacidade, incluindo a construção de pontes e viadutos, com construção e melhoramento dos acessos e travessias urbanas e a construção de vias laterais para o tráfego urbano.
	Especial	41,4 – 82,3	40,9	
	07	104,6 – 148,5	43,9	
	08	148,5 – 188,5	40,0	
BR-116/RS	01	Km 511,758 – km 527,680	15,922	Adequação de capacidade e melhorias operacionais.
BR-392/RS	01	Km 60,631 – km 68,122	59,335	
	02	Km 3,845 - km 6,745	24,9	
	03	Km 8,787 - km 3,845	27,06	

Fonte: Consolidado pela autora, 2017.

APÊNDICE B – Relação das passagens de fauna implantadas na BR-101/SC/RS

Item	Rodovia/UF	Lote	Localização	Tipo	Dimensão	Cerca guia
1.	BR-101/SC	22/SC	Km 222+733	Passagem de fauna inferior em bueiro simples tubular de concreto	BSTC ²⁶ ϕ 1,00 m	Sem cerca-guia
2.	BR-101/SC	22/SC	Km 231+503	Passagem de fauna inferior em bueiro simples tubular de concreto	BSTC ϕ 1,20 m	Sem cerca guia
3.	BR-101/SC	22/SC	Km 233+378	Passagem de fauna inferior em bueiro simples tubular de concreto	BSTC ϕ 1,20 m	Sem cerca guia
4.	BR-101/SC	22/SC	Km 224+946	Passagem de fauna inferior em bueiro simples tubular de concreto	BSTC ϕ 0,60 m	Sem cerca guia
5.	BR-101/SC	22/SC	Km 235+300	Passagem de fauna sob a Ponte do Rio Massiambú.	200,0 m	Sem cerca guia
6.	BR-101/SC	22/SC	Km 239+020	Passagem de fauna inferior em bueiro simples celular de concreto	BSCC ²⁷ 2,00 x 2,00 m	Com cerca guia
7.	BR-101/SC	22/SC	Km 240+200	Passagem de fauna inferior em bueiro simples celular de concreto	BSCC 2,00 x 2,00 m	Com cerca guia
8.	BR-101/SC	22/SC	Km 241+100	Passagem de fauna inferior em bueiro simples celular de concreto	BSCC 2,00 x 2,00 m	Com cerca guia

²⁶ BSTC = Bueiro simples tubular de concreto

²⁷ BSCC = Bueiro simples celular de concreto

Item	Rodovia/UF	Lote	Localização	Tipo	Dimensão	Cerca guia
9.	BR-101/SC	22/SC	Km 241+720	Passagem de fauna inferior em bueiro simples celular de concreto	BSCC 2,00 x 2,00 m	Com cerca guia
10.	BR-101/SC	23/SC	Km 245+637	Passagem de fauna inferior em bueiro simples tubular de concreto	BSTC ϕ 1,00 m	Sem cerca guia
11.	BR-101/SC	23/SC	Km 246+053	Passagem de fauna inferior em bueiro simples tubular de concreto	BSTC ϕ 1,00 m	Sem cerca guia
12.	BR-101/SC	23/SC	Km 247+370	Passagem de fauna inferior em bueiro simples celular de concreto	BSCC 2,50 x 2,50 m	Sem cerca guia
13.	BR-101/SC	23/SC	Km 247+525	Passagem de fauna inferior em bueiro simples tubular de concreto	BSTC ϕ 1,00 m	Sem cerca guia
14.	BR-101/SC	23/SC	Km 247+643	Passagem de fauna inferior em bueiro simples tubular de concreto	BSTC ϕ 1,00 m	Sem cerca guia
15.	BR-101/SC	23/SC	Km 247+800	Passagem de fauna inferior em bueiro simples tubular de concreto	BSTC ϕ 1,00 m	Sem cerca guia
16.	BR-101/SC	24/SC	Km 285+569	Passagem de fauna inferior em bueiro simples tubular de concreto	BSTC ϕ 1,00 m	Sem cerca guia
17.	BR-101/SC	24/SC	Km 292+962	Passagem de fauna inferior em bueiro simples tubular de concreto	BSTC ϕ 0,80 m	Sem cerca guia
18.	BR-101/SC	24/SC	Km 293+900	Passagem de fauna inferior em bueiro simples tubular de concreto	BSTC ϕ 0,80 m	Sem cerca guia
19.	BR-101/SC	25/SC	Km 308+900	Passagem de fauna inferior em bueiro simples celular de concreto	BSCC 1,50 x 1,50 m	Sem cerca guia

Item	Rodovia/UF	Lote	Localização	Tipo	Dimensão	Cerca guia
20.	BR-101/SC	25/SC	Km 309+602	Passagem de fauna inferior em bueiro simples celular de concreto	BSCC 1,50 x 1,50 m	Sem cerca guia
21.	BR-101/SC	30/SC	Km 455+800	Passagem de fauna inferior em bueiro simples tubular de concreto	BSTC ϕ 1,00 m	Sem cerca guia
22.	BR-101/SC	30/SC	Km 456+280	Passagem de fauna inferior em bueiro simples tubular de concreto	BSTC ϕ 0,80 m	Sem cerca guia
23.	BR-101/SC	30/SC	Km 457+400	Passagem de fauna inferior em bueiro simples tubular de concreto	BSTC ϕ 0,80 m	Sem cerca guia
24.	BR-101/RS	01/RS	Km 14+200	Passagem de fauna inferior em bueiro simples celular de concreto	BSCC 1,60 x 1,60 m	Sem cerca guia
25.	BR-101/RS	01/RS	Km 14+280	Passagem de fauna inferior em bueiro simples celular de concreto	BSCC 1,60 x 1,60 m	Sem cerca guia
26.	BR-101/RS	01/RS	Km 15+123	Passagem de fauna inferior em bueiro simples celular de concreto	BSCC 1,60 x 1,60 m	Sem cerca guia
27.	BR-101/RS	01/RS	Km 15+256	Passagem de fauna inferior em bueiro simples tubular de concreto	BSTC ϕ 1,60 m	Sem cerca guia
28.	BR-101/RS	01/RS	Km 16+200	Passagem de fauna inferior em bueiro simples tubular de concreto	BSTC ϕ 1,60 m	Sem cerca guia
29.	BR-101/RS	01/RS	Km 16+940	Passagem de fauna inferior em bueiro simples tubular de concreto	BSTC ϕ 1,60 m	Sem cerca guia
30.	BR-101/RS	02/RS	Km 29+600	Passagem de fauna inferior em bueiro simples celular de concreto	BSCC 1,60 x 1,60 m	Sem cerca guia

Item	Rodovia/UF	Lote	Localização	Tipo	Dimensão	Cerca guia
31.	BR-101/RS	02/RS	Km 32+520	Passagem de fauna inferior em bueiro simples celular de concreto	BSCC 1,60 x 1,60 m	Sem cerca guia
32.	BR-101/RS	02/RS	Km 32+800	Passagem de fauna inferior em bueiro simples celular de concreto	BSCC 1,60 x 1,60 m	Sem cerca guia
33.	BR-101/RS	02/RS	Km 36+120	Passagem de fauna inferior em bueiro simples celular de concreto	BSCC 1,60 x 1,60 m	Sem cerca guia
34.	BR-101/RS	02/RS	Km 37+837	Passagem de fauna inferior em bueiro simples tubular de concreto	BSTC ϕ 1,60 m	Sem cerca guia
35.	BR-101/RS	03/RS	Km 54+986	Passagem de fauna inferior em bueiro simples celular de concreto	BSCC 2,50 x 2,50 m	Sem cerca guia
36.	BR-101/RS	03/RS	Km 55+840	Passagem inferior em bueiro simples celular de concreto	BSCC 2,00 x 2,00 m	Sem cerca guia
37.	BR-101/RS	03/RS	Km 56+344	Passagem de fauna inferior em bueiro simples celular de concreto	BSCC 2,50 x 2,50 m	Sem cerca guia
38.	BR-101/RS	03/RS	Km 56+977	Passagem de fauna inferior em bueiro simples celular de concreto	BSCC 1,50 x 1,50 m	Sem cerca guia
39.	BR-101/RS	04/RS	Km 77+372	Passagem de fauna inferior em bueiro simples tubular de concreto	BSTC ϕ 0,90 m	Sem cerca guia
40.	BR-101/RS	04/RS	Km 79+878	Passagem de fauna inferior em bueiro simples celular de concreto	BSCC 2,00 x 2,00 m	Sem cerca guia
41.	BR-101/RS	04/RS	Km 80+923	Passagem de fauna inferior em bueiro simples celular de concreto	BSCC 2,60 x 3,00 m	Sem cerca guia
42.	BR-101/RS	04/RS	Km 87+624	Passagem de fauna inferior em bueiro simples tubular de	BSTC ϕ 0,80 m	Sem cerca guia

Item	Rodovia/UF	Lote	Localização	Tipo	Dimensão	Cerca guia
				concreto		
43.	BR-101/RS	04/RS	Km 90+765	Passagem de fauna inferior em bueiro simples celular de concreto	BSCC 2,00 x 2,00 m	Sem cerca guia
44.	BR-101/RS	04/RS	Km 94+138	Passagem de fauna inferior em bueiro simples celular de concreto	BSCC 2,00 x 2,00 m	Sem cerca guia

Fonte: 145º Relatório de atividades (Consórcio Concremat/Tecnosolo/Worleyparson, 2017).

APÊNDICE C – Relação das passagens de fauna implantadas na BR-101/RN/PB/PE

Item	Rodovia/UF	Lote	Localização (km/estaca/coordenada)	Tipo Passagem	Dimensão	Cerca guia
1.	BR-101/RN	01	Estaca ²⁸ 1778 / 0253415 - 9321682	Passagem de fauna inferior em bueiro simples celular de concreto	BSCC 1,50 x 1,50 m	Sem cerca guia
2.	BR-101/RN	01	Estaca 1811 / Coord. 253479 - 9321026	Passagem de fauna inferior em bueiro simples celular de concreto	BSCC 1,50 x 1,50 m	Sem cerca guia
3.	BR-101/RN	01	Estaca 1830 / Coord. 253516 - 9320646	Passagem de fauna inferior em bueiro simples celular de concreto	BSCC 1,50 x 1,50 m	Sem cerca guia
4.	BR-101/RN	01	Estaca 2000+6,32 / Coord. 254350/9317382	Passagem de fauna inferior em bueiro simples celular de concreto	BSCC 1,50 x 1,50 m	Sem cerca guia
5.	BR-101/RN	01	Estaca 2012+17 / Coord. 254499/9317178	Passagem de fauna inferior em bueiro simples celular de concreto	BSCC 1,50 x 1,50 m	Sem cerca guia
6.	BR-101/RN	01	Estaca 2128 / Coord. 255111/9315012	Passagem de fauna inferior em bueiro simples celular de concreto	BSCC 1,50 x 1,50 m	Sem cerca guia
7.	BR-101/RN	01	Estaca 2148+12,62 / Coord. 255068/9314592	Passagem de fauna inferior em bueiro simples celular de concreto	BSCC 1,50 x 1,50 m	Sem cerca guia
8.	BR-101/RN	01	Estaca 2235 / Coord. 254899/9312900	Passagem de fauna inferior em bueiro simples celular de concreto	BSCC 1,50 x 1,50 m	Sem cerca guia

²⁸ Estaca: refere-se a uma unidade de medida utilizada em projetos rodoviários. Entre duas estacas, a distância é de 20m.

Item	Rodovia/UF	Lote	Localização (km/estaca/coordenada)	Tipo Passagem	Dimensão	Cerca guia
9.	BR-101/RN	02	Estaca 519+10 / Coord. 257705/9302582	Passagem de fauna inferior em bueiro simples celular de concreto	BSCC 1,50 x 1,50 m	Sem cerca guia
10.	BR-101/RN	02	Estaca 617+5 / Coord. 258139/9301862	Passagem de fauna inferior em bueiro simples celular de concreto	BSCC 1,50 x 1,50 m	Sem cerca guia
11.	BR-101/RN	02	Estaca 1256 / Coord. 258701/9300890	Passagem de fauna inferior em bueiro simples celular de concreto	BSCC 1,50 x 1,50 m	Sem cerca guia
12.	BR-101/RN	02	Km 69,0 / Coord. 264270 / 9291166	Passagem de fauna sob a Ponte do Rio Curimataú	xxx	Sem cerca guia
13.	BR-101/RN	02	Estaca 561+5 / Coord. 265089 / 9289814	Passagem de fauna inferior em bueiro simples celular de concreto	BSCC 1,50 x 1,50 m	Sem cerca guia
14.	BR-101/PB	03	Estaca 1464 / Coord. 0264746/9254353	Passagem de fauna inferior em bueiro simples celular de concreto	BSCC 2,00 x 2,0 m	Sem cerca guia
15.	BR-101/PB	03	Estaca 1471 / Coord. 0264218/9254106	Passagem de fauna aérea	74m	Sem cerca guia
16.	BR-101/PB	04	Estaca 159+14 / Coord. 0264307/9240428	Passagem de fauna inferior em bueiro duplo celular de concreto	BDCC ²⁹ 2,00 x 2,00 m	Sem cerca guia
17.	BR-101/PB	04	Estaca 194 / Coord. 0264387/9239754	Passagem de fauna inferior em bueiro duplo celular de concreto	BDCC 2,00 x 2,00 m	Sem cerca guia

²⁹ BDCC = Bueiro duplo celular de concreto

Item	Rodovia/UF	Lote	Localização (km/estaca/coordenada)	Tipo Passagem	Dimensão	Cerca guia
18.	BR-101/PB	04	Estaca 632 / Coord. 0268388/9232016	Passagem de fauna inferior em bueiro duplo celular de concreto	BDCC 2,00 x 2,00 m	Sem cerca guia
19.	BR-101/PB	04	Estaca 859+18 / Coord. 0270603/9228024	Passagem de fauna inferior em bueiro duplo celular de concreto	BDCC 2,00 x 2,00 m	Sem cerca guia
20.	BR-101/PB	04	Estaca 880+18 / Coord. 0270795/9227649	Passagem de fauna inferior em bueiro duplo celular de concreto	BDCC 2,00 x 2,00 m	Sem cerca guia
21.	BR-101/PB	04	Estaca 1020 / Coord. 0272172/9225232	Passagem de fauna inferior em bueiro duplo celular de concreto	BDCC 2,00 x 2,00 m	Sem cerca guia
22.	BR-101/PB	04	Estaca 1039 / Coord. 0272360/9224866	Passagem inferior em bueiro duplo celular de concreto	BDCC 2,00 x 2,00 m	Sem cerca guia
23.	BR-101/PB	04	Estaca 1078 / Coord. 0272329/9224121	Passagem de fauna inferior em bueiro duplo celular de concreto	BDCC 2,00 x 2,00 m	Sem cerca guia
24.	BR-101/PB	04	Estaca 1454 / Coord. 0277108/9219042	Passagem de fauna inferior em bueiro duplo celular de concreto	BDCC 2,00 x 2,00 m	Sem cerca guia
25.	BR-101/PB	04	Km 52,0 / Coord. 267861 9232871	Passagem de fauna sob a Ponte do Rio Miriri	xxx	Sem cerca guia
26.	BR-101/PB	05	Estaca 1990 / Coord. 0284024/9183773	Passagem de fauna inferior em bueiro simples celular de concreto	BSCC 1,50 x 1,50 m	Sem cerca guia
27.	BR-101/PB	05	Estaca 2136+10 / Coord. 0284280/9180858	Passagem de fauna inferior em bueiro simples celular de concreto	BSCC 1,50 x 1,50 m	Sem cerca guia

Item	Rodovia/UF	Lote	Localização (km/estaca/coordenada)	Tipo Passagem	Dimensão	Cerca guia
28.	BR-101/PB	05	Estaca 2217 / Coord. 0283611/9179431	Passagem de fauna inferior em bueiro simples celular de concreto	BSCC 1,50 x 1,50 m	Sem cerca guia
29.	BR-101/PB	05	Estaca 2338 / Coord. 0282127/9177603	Passagem de fauna inferior em bueiro simples celular de concreto	BSCC 1,50 x 1,50 m	Sem cerca guia
30.	BR-101/PB	05	Km 94,0 / Coord. 288988 / 9202308	Passagem de fauna inferior sob a Ponte do Rio Gramane	xxx	Sem cerca guia
31.	BR-101/PB	06	Estaca 177 + 14 / Coord. 0280193/9167592	Passagem de fauna inferior em bueiro simples celular de concreto	BSCC 3,00 x 3,00 m	Sem cerca guia
32.	BR-101/PB	06	Estaca 177+10 / Coord. 0280173/9167486	Passagem de fauna Aérea	80,0m	Sem cerca guia
33.	BR-101/PB	06	Estaca 581 + 10 / Coord. 0281282/9159685	Passagem de fauna inferior em bueiro simples celular de concreto	BSCC 2,00 x 3,00 m	Sem cerca guia
34.	BR-101/PB	06	Km 124,0 / Coord. 281390 9174551	Passagem de fauna sob a Ponte Dois Rios	xxx	Sem cerca guia
35.	BR-101/PE	07	Km 33,0 / Coord. 286524 9141571	Passagem de fauna sob a Ponte do Rio Toponímia	xxx	Sem cerca guia
36.	BR-101/PE	08	Km 153,0 / Coord. 237136 9057328	Passagem de fauna sob a Ponte do Rio Amaraji	xxx	Sem cerca guia

Fonte: 119º Relatório mensal de atividades (CONSÓRCIO SKILL/STE, 2016.).

APÊNDICE D – Passagens de fauna implantadas/adequadas na BR-116/392/RS

Item	Rodovia/UF	Lote	Localização (km/estaca/coordenada)	Tipo Passagem	Dimensão/extensão	Cerca guia
1.	BR-392/RS	03	Km 14,650	Passagem de fauna inferior adaptada sob Ponte	45,00 m	Sem cerca guia
2.	BR-392/RS	02	Km 35,845	Passagem de fauna inferior adaptada em bueiro duplo celular de concreto.	BDCC 2,00 x 1,50 m	Telamento ³⁰
3.	BR-392/RS	02	Km 35,989	Passagem de fauna inferior em bueiro simples celular de concreto.	BSCC 2,00 x 2,00 m	Telamento
4.	BR-392/RS	02	Km 36,088	Passagem de fauna inferior em bueiro simples celular de concreto.	BSCC 2,00 x 2,00 m	Telamento
5.	BR-392/RS	02	Km 36,168	Passagem de fauna inferior em bueiro simples celular de concreto.	BSCC 2,00 x 2,00 m	Telamento
6.	BR-392/RS	02	Km 36,268	Passagem de fauna inferior em bueiro simples celular de concreto.	BSCC 2,00 x 2,00 m	Telamento
7.	BR-392/RS	02	Km 36,420	Passagem de fauna inferior adaptada em bueiro duplo celular de concreto.	BDCC 2,00 x 1,50 m	Telamento
8.	BR-392/RS	02	Km 41,497	Passagem de fauna inferior adaptada em bueiro duplo celular de concreto	BDCC 2,00 x 1,50 m	Telamento
9.	BR-392/RS	02	Km 49,060	Passagem de gado em bueiro simples	BSCC 3,00 x 3,00 m	Telamento

³⁰ Telamento = tela com o objetivo de direcionar os animais para a passagem de fauna

Item	Rodovia/UF	Lote	Localização (km/estaca/coordenada)	Tipo Passagem	Dimensão/extensão	Cerca guia
				celular de concreto		
10.	BR-392/RS	02	Km 49,255	Passagem de fauna inferior adaptada em bueiro duplo celular de concreto.	BDCC 2,00 x 1,50 m	Telamento
11.	BR-392/RS	02	Km 51,156	Passagem de fauna inferior adaptada em bueiro duplo celular de concreto.	BDCC 2,00 x 1,50 m	Telamento
12.	BR-392/RS	02	Km 51,780	Passagem de fauna inferior adaptada em bueiro duplo celular de concreto.	BDCC 2,00 x 1,50 m	Telamento
13.	BR-392/RS	02	Km 53,513	Passagem de fauna inferior adaptada no Viaduto (Viaduto Canal de São Gonçalo III).	26,00 m	Telamento
14.	BR-392/RS	02	Km 55,015	Passagem de fauna adaptada no Viaduto (Viaduto Canal de São Gonçalo II).	26,00 m	Telamento
15.	BR-392/RS	02	Km 56,140	Passagem de fauna inferior adaptada no Viaduto (Viaduto Canal de São Gonçalo I)	26,00 m	Telamento
16.	BR-392/RS	02	Km 57,500	Passagem de fauna inferior adaptada em bueiro duplo celular de concreto	BDCC 2,00 x 1,50 m	Telamento
17.	BR-392/RS	02	Km 59,215	Passagem de fauna no Viaduto Ferroviário no Canal de São Gonçalo	92,00 m	Telamento
18.	BR-392/RS	02	Km 60,200	Passagem de fauna em ponte no Canal de São Gonçalo	980,00 m	Telamento
19.	BR-392/RS	02	Km 38,640	Passagem de fauna inferior em bueiro simples celular de concreto	BSCC 2,00 x 2,00 m	Telamento

Item	Rodovia/UF	Lote	Localização (km/estaca/coordenada)	Tipo Passagem	Dimensão/extensão	Cerca guia
20.	BR-392/RS	03	Km 23,413	Passagem de fauna inferior adaptada em bueiro duplo celular de concreto	BDCC 2,00 x 2,00 m	xxx
21.	BR-392/RS	01	Km 512,000	Passagem de fauna na Ponte sobre o Arroio Pelotas	xxx	xxx

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

APÊNDICE E – Cálculo dos custos das passagens de fauna

Item	Rodovia/UF	Lote	Localização	Tipo PF	Dimensão	Extensão (m)			Valor do Corpo (R\$/m)	Valor total Corpo (R\$)	Valor da Boca (R\$/un)	Qtd. Boca (un.)	Valor total Boca (R\$)	Valor total obra PF (R\$)
						Pista 1	Pista 2	Total (m)						
1	BR-101/SC	22/S C	Km 245+637	A1	BSTC ϕ 1,00 m	12,00	12,00	24,00	980,46	23.531,04	2.988,14	4,00	11.952,56	35.483,60
2	BR-101/SC	23/S C	Km 247+525	A2	BSTC ϕ 1,00 m	12,00	12,00	24,00	980,46	23.531,04	2.988,14	4,00	11.952,56	35.483,60
3	BR-101/RS	30/S C	Km 455+800	A3	BSTC ϕ 1,00 m	12,00	12,00	24,00	665,03	15.960,72	1.922,32	4,00	7.689,28	35.483,60
4	BR-101/RS	01/R S	Km 14+280	B1	BSCC 1,60 x 1,60 m	12,00	12,00	24,00	2.234,83	53.635,92	12.210,56	4,00	48.842,24	102.478,16
5	BR-101/RN	1	Estaca 1830 / 253516 - 9320646	B2	BSCC 1,50 x 1,50 m	12,00	12,00	24,00	2.013,12	48.314,88	11.375,16	4,00	45.500,64	93.815,52
6	BR-101/PB	5	Estaca 1990 / 0284024/9183 773	B3	BSCC 1,50 x 1,50 m	12,00	12,00	24,00	2.093,91	50.253,84	11.573,21	4,00	46.292,84	96.546,68
7	BR-101/RS	04/R S	Km 79+878	C1	BSCC 2,00 x 2,00 m	12,00	12,00	24,00	3.380,25	81.126,00	18.859,11	4,00	75.436,44	156.562,44
8	BR-392/RS	2	Km 38,640	C2	BSCC 2,00 x 2,00 m	12,00	12,00	24,00	3.231,94	77.566,56	18.859,11	4,00	75.436,44	153.003,00
9	BR-101/PB	3	Estaca 1464 / 0264746/9254 353	C3	BSCC 2,00 x 2,00 m	12,00	12,00	24,00	3.148,13	75.555,12	17.794,00	4,00	71.176,00	146.731,12